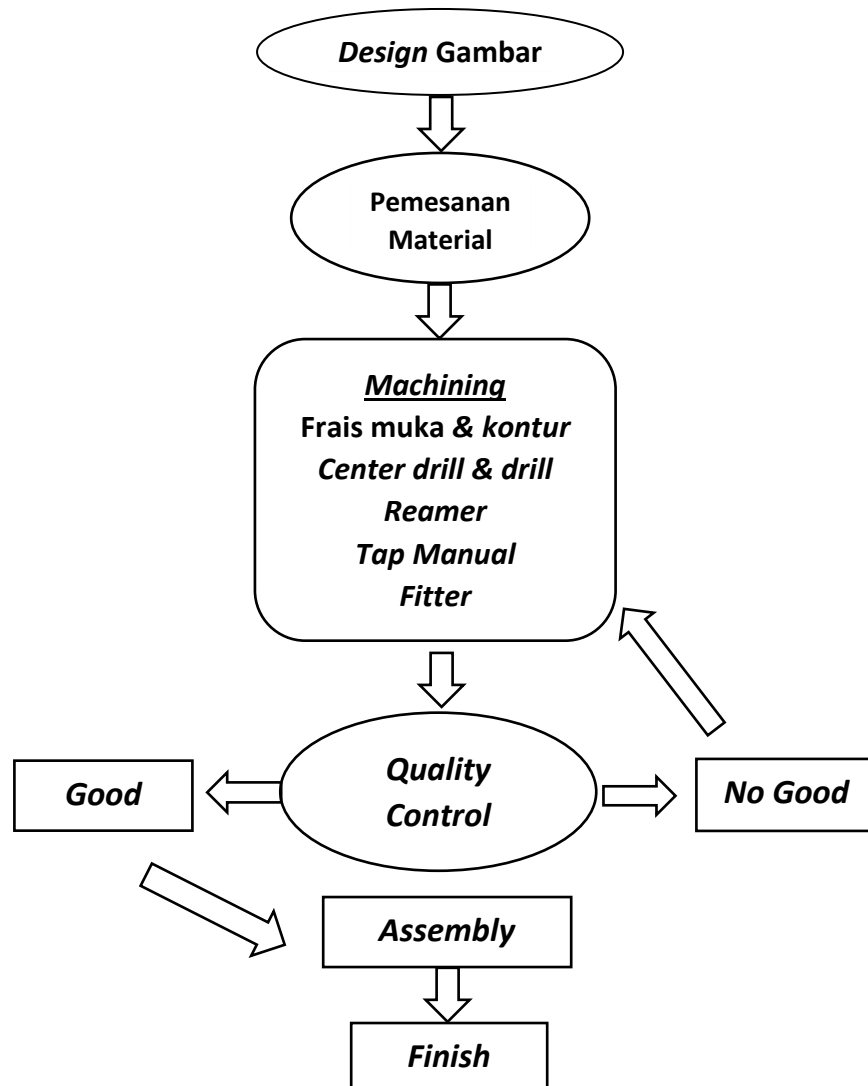


BAB III

ANALISIS PERHITUNGAN

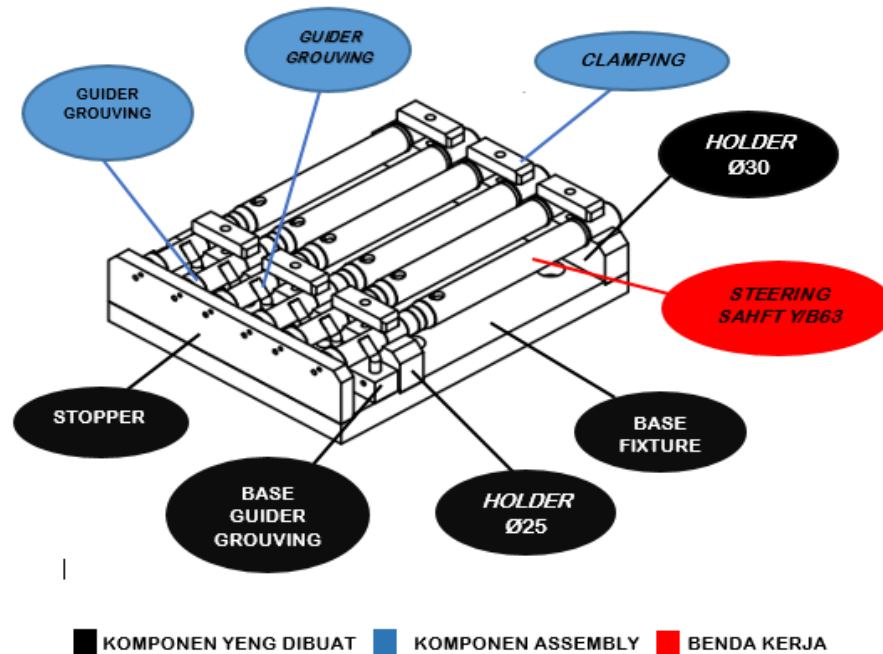
A. Diagram Alir

Fixture merupakan alat bantu untuk memegang benda kerja pada proses pemesinan. *Fixture* yang dirancang merupakan alat bantu untuk memegang benda kerja pada saat proses *drilling milling*. Material yang digunakan seluruh komponen *fixture* adalah ST37.

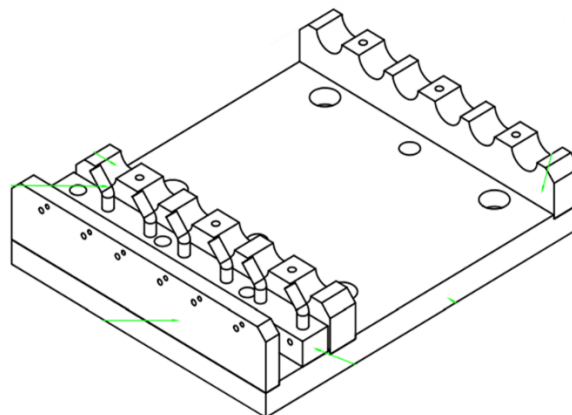


Gambar 3.1 Diagram alir

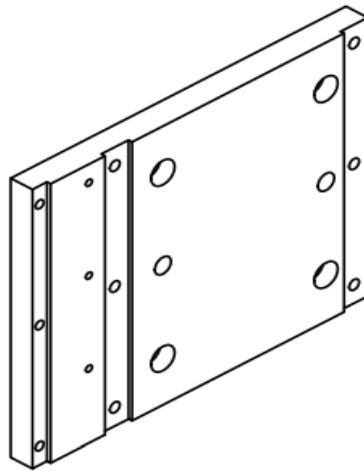
B. Design gambar fixture lock hole steering shaft Y/B63 dan komponen Fixture



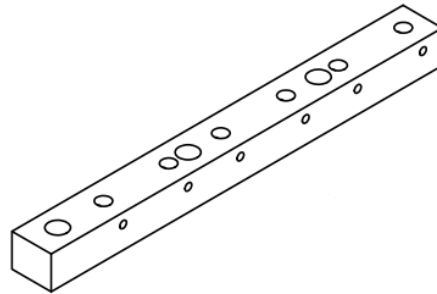
Gambar 3.2 *Design Fixture*



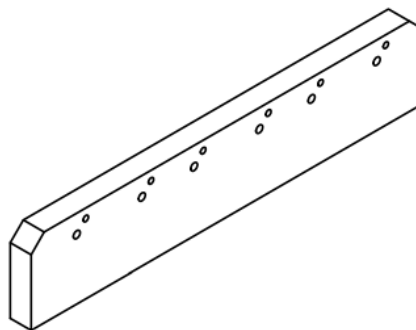
Gambar 3.3 komponen yang dibuat



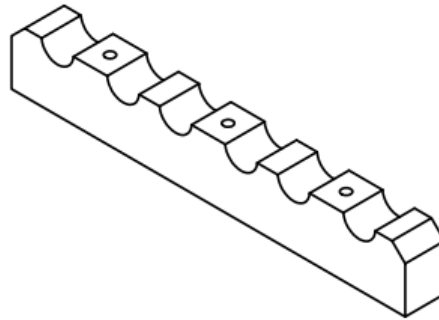
Gambar 3.4 *Base fixture*



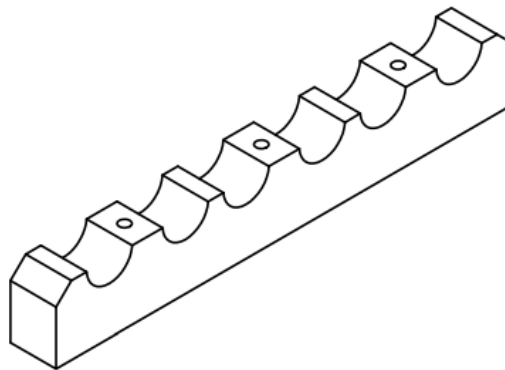
Gambar 3.5 *Base guider grouving*



Gambar 3.6 *Stopper*



Gambar 3.7 *Holder Ø25 mm*



Gambar 3.8 *Holder Ø30 mm*

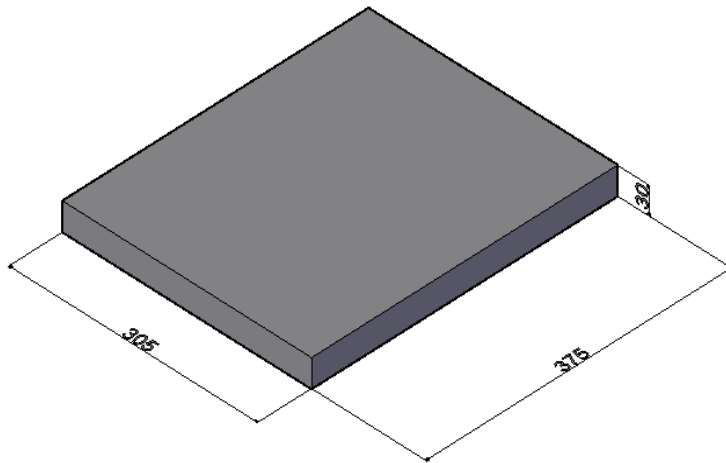
C. Alat-alat yang digunakan

1. 1 Unit Mesin CNC Milling VTEC
2. 1 Unit Mesin CNC Milling V55
3. Face mill Ø200, Ø25, Ø16
4. Slot mill (carbide) Ø10 mm, Ø8mm
5. *Center drill* Ø5mm
6. Reamer Ø18 H7 HSS, Ø14 H7 HSS
7. Twist drill ukuran : Ø17,7 mm, Ø17 mm, Ø11mm, Ø9mm, Ø6,8mm, Ø5,2 mm, Ø3,8mm,
8. *Varnier Caliper*

D. Material Komponen fixture

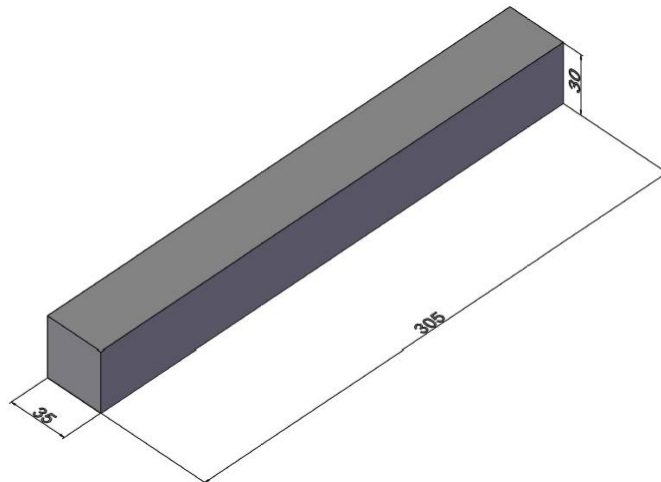
Jenis material yang dipakai pada tiap komponen *fixture* adalah ST 37, dengan besar dimensi sebagai berikut.

1. *Base Fixture*: 30mm x 305mm x 375mm



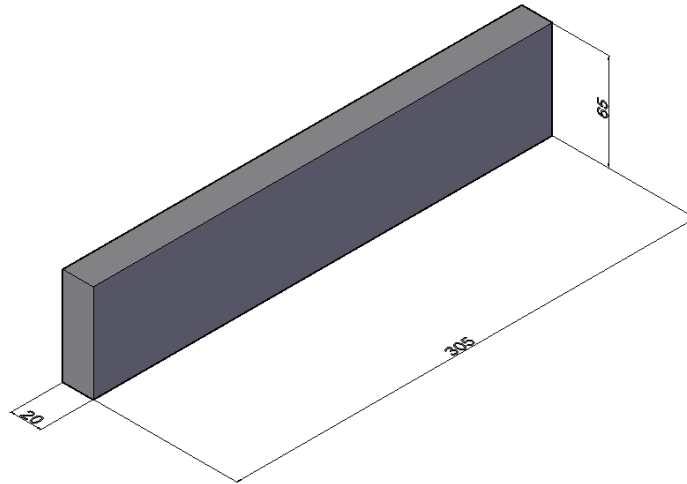
Gambar 3.9 Bahan *base fixture*

2. *Base Guider Grouving* : 30mm x 35mm x 305mm



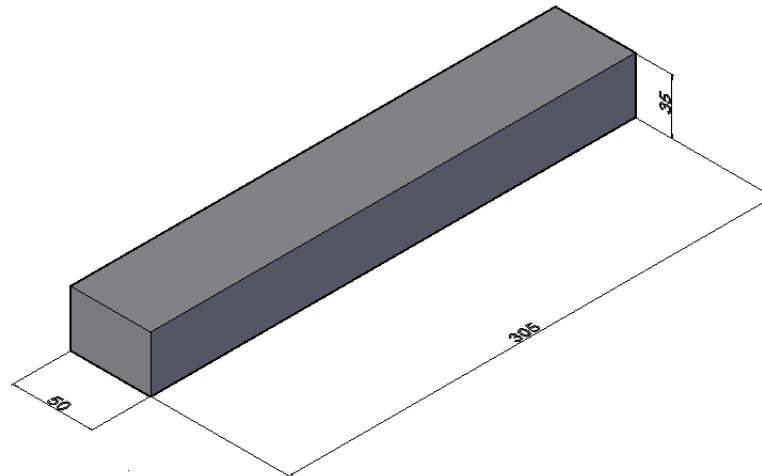
Gambar 3.10 Bahan *Base guider grouving*

3. *Stopper* : 20mm x 56mm x 305mm



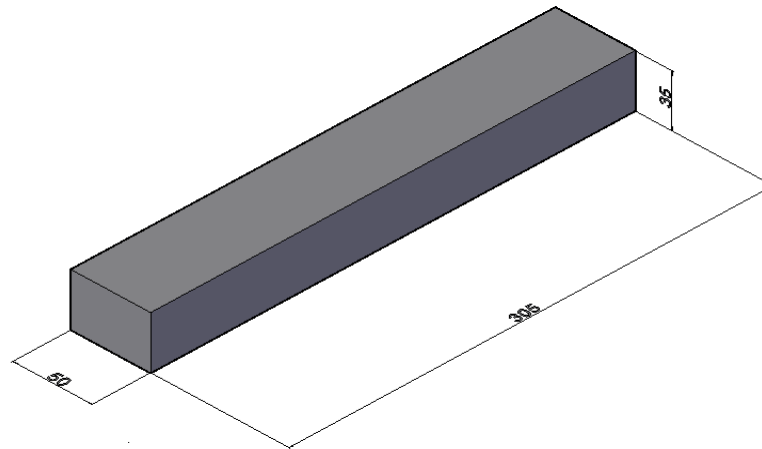
Gambar 3.11 Bahan *stopper*

4. *Holder* Ø25mm : 35mm x 50mm x 305 mm



Gambar 3.12 Bahan *Holder* Ø25mm

5. *Holder* Ø30mm : 35mm x 50mm x 305 mm



Gambar 3.13 Bahan *Holder* Ø30mm

E. Rencana Kerja pembuatan *fixture*

Adapun rencana pengerjaan pembuatan komponen dari *fixture* adalah sebagai berikut :

1. *Base fixture*

a. Frais muka dan kontur

- 1) Frais muka dari tinggi 30mm menjadi 28mm sepanjang 375mm pada sisi 1 dan sisi 2.
- 2) Kontur dari 375mm menjadi 370mm dan dari 305mm menjadi 300mm pada sisi 3,4,5, dan 6

b. *Center drill, drilling, dan reamer.*

- 1) *Center drill* pada point A, B, C, D, E.
- 2) *Drilling* pada point D1, D2, D3.
- 3) *Drilling* pada point C1, C2, C3, C4.
- 4) *Drilling* pada point A1, A2, A3.
- 5) *Drilling* pada point E1, E2.
- 6) *Drilling* pada point A4, A5, A6 dan B1,B2,B3.
- 7) *Remer* pada point E1, E2.

c. Perluasan ujung lubang dan *pocket*.

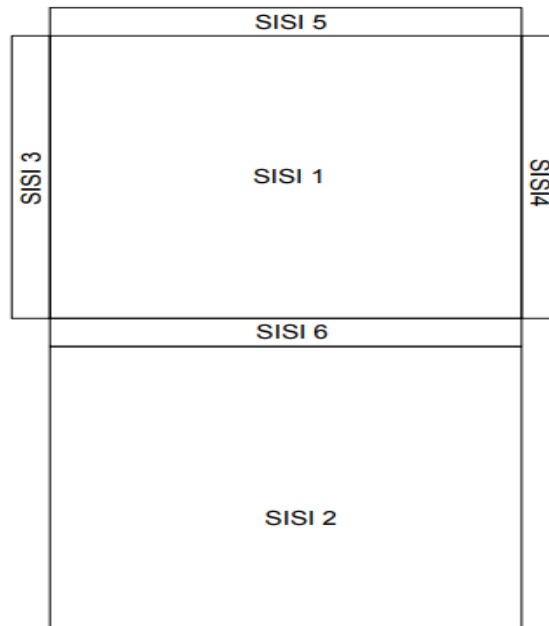
- 1) Perluasan ujung lubang pada point C1, C2, C3, C4.
- 2) *Pocket A,B,C.*
- 3) Perluasan ujung lubang pada point A4, A5, A6 dan B1,B2,B3.
- 4) Perluasan ujung lubang pada point A.1, A2, A3.
- d. *Tap manual dan fitter.*
2. *Base guider Grouving*
 - a. *Frais muka*
 - 1) Frais muka dari 305mm menjadi 300mm sepanjang 30mm pada sisi 3 dan 4
 - 2) Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 300mm pada sisi 5 dan sisi 6
 - 3) Frais muka dari 30mm menjadi 25mm sepanjang 300mm pada sisi 1 dan sisi 2
 - b. *Center drill dan drilling*
 - 1) *Center drill* pada point A1, A2, dan A3
 - 2) *Driling* pada point A1, A2, dan A3
 - 3) *Drilling* pada point C1, C2, C3, C4, C5, dan C6.
 - 4) *Center drill* pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6.
 - 5) *Drilling* pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6.
 - c. *Perluasan ujung lubang*
 - 1) Perluasan ujung lubang pada point A1, A2, dan A3
 - d. *Tap manual fitter*
3. *Stoper*
 - a. *Frais muka dan kontur*
 - 1) Frais muka dari 20mm menjadi 16mm sepanjang 300mm pada sisi 5 dan sisi 6
 - 2) Kontur pada sisi dari 305mm menjadi 300 mm ,dari 65 mm menjadi 60 mm dan *chamfer* 10 mm x 45° pada sisi (3,4,5, dan 6)
 - b. *Center drilling, drilling, reamer dan perluasan ujung lubang.*
 - 1) *Drilling* pada point A1, A2, A3, A4, A5, A6.

- 2) *Reamer* pada point A1, A2, A3, A4, A5, A6.
 - 3) *Drilling* pada point B1, B2, B3. B1, B2, B3, B4, B5, dan B6
 - 4) Perluasan ujung lubang pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6
 - 5) *Center drill* pada point C1, C2, dan C3
 - 6) *Drilling* pada point C1, C2, dan C3
 - c. Tap Manual dan *fitter*
4. *Holder Ø25mm*
- a. Frais muka dan kontur
 - 1) Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm pada sisi 1 dan sisi 2
 - 2) Kontur dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45⁰ dan radius 12,5 mm pada sisi 3, 4, 5, dan 6.
 - b. *Center drill* dan *drilling*
 - 1) *Center drill* untuk M8
 - 2) *Drilling* untuk M8
 - 3) *Center drill* untuk M10
 - 4) *Drilling* untuk M10
 - c. Tap manual dan *fitter*
5. *Holder Ø30mm*
- a. Frais muka dan kontur
 - 1) Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm pada sisi 1 dan sisi 2
 - 2) kontur pada sisi 3, 4, 5, dan 6 dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45⁰ dan radius 15 mm
 - b. *Center drill* dan *drilling*
 - 1) *Center drill* untuk M8
 - 2) *Drilling* untuk M8
 - 3) *Center drill* untuk M10
 - 4) *Drilling* untuk M10
 - c. Tap manual dan *fitter*

F. Perhitungan waktu pembuatan Komponen *fixture*

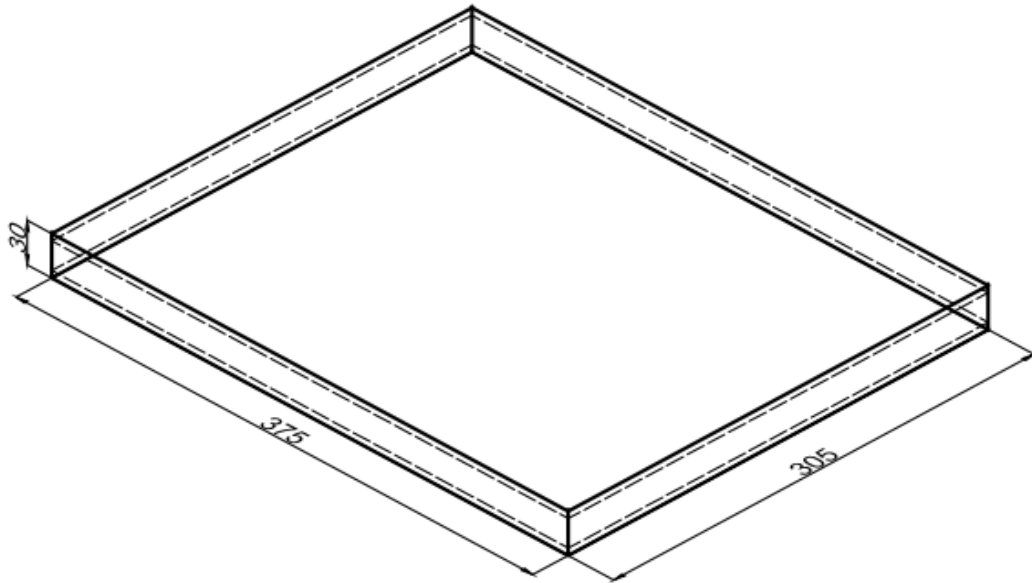
1. *Base fixture*

- a. Frais muka dan kontur



Gambar 3.14 Gambar bukaan *base fixture*

- 1) Frais muka dari tinggi 30 mm menjadi 28 mm sepanjang 375mm pada sisi 1 dan sisi 2.



Gambar 3.15 Frais muka dari 30 mm menjadi 28 mm sepanjang 375 mm

- a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (Gambar 2.42)

$N = 10 \text{ insert}$

$Cs_{(insert)} = 100 \text{ m/min}$ (Gambar 2.42)

$D_{(tools)} = \varnothing 200 \text{ mm}$

Maka : $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{100 \times 1000}{3,14 \times 200}$$

$$n = 154,32 \text{ rpm}$$

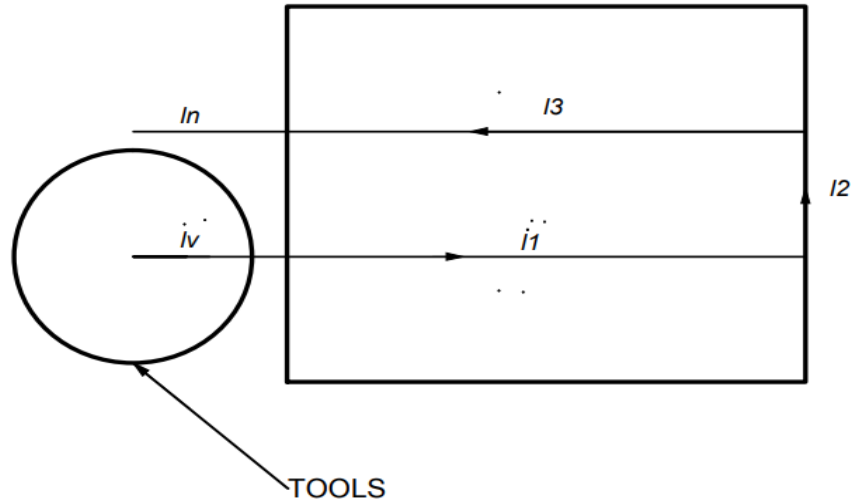
$$n \approx 150 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 150 \times 10$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.16 Pergerakan frais muka *base fixture* pada sisi 1 dan sisi 2

Diketahui : $lw = l1 + l2 + l3$

$$lw = 375 \text{ mm} + 160 \text{ mm} + 375 \text{ mm} \\ = 910 \text{ mm}$$

$$lv = ln = 110 \text{ mm}$$

Maka : $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 110 \text{ mm} + 910 \text{ mm} + 110 \text{ mm}$$

$$lt = 1130 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{1130 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 7,53 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 1 \text{ mm}$

$$A = 1 \text{ mm}$$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ mm}}$$

$$z = 1 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 7,53$ menit

$z = 1$ kali pemakanan

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$tc_{(total)} = 7,53$ menit $\times 1$ kali pemakanan

$tc_{(total)} = 7,53$ menit

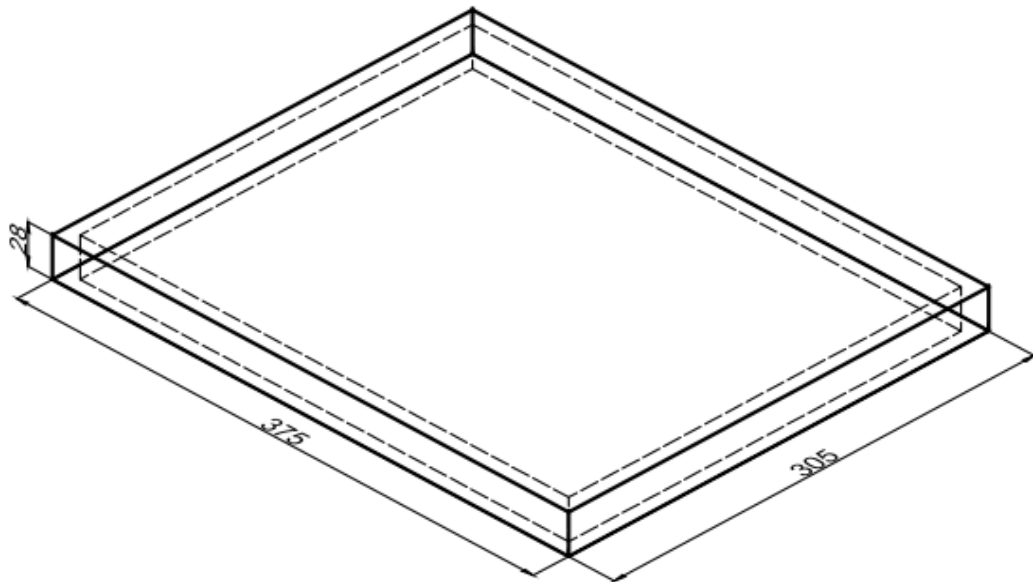
Karena pengerjaan proses pada sisi 1 dan 2 sama maka waktu frais muka dapat dikali 2. Waktu total pada pengerjaan frais muka bidang 1 dan dua adalah:

Waktu total = $tc_{(total)} \times 2$ kali frais muka

$= 7,53 \times 2$

$= 15,06$ menit

2) Kontur dari 375 mm menjadi 370 mm dan dari lebar 305 mm menjadi 300 mm pada sisi 3,4,5, dan 6.



Gambar 3.17 Kontur dari 375 mm menjadi 370 mm, dan dari 305 mm menjadi 300

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,25 \text{ mm/rev}$ (Gambar 2.42)

$N = 2 \text{ insert}$

$D_{(\text{tools})} = \varnothing 25\text{mm}$

$Cs_{(\text{insert})} = 150 \text{ m/min}$ (Gambar 2.42)

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{150 \times 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = 1910,82 \text{ rpm}$$

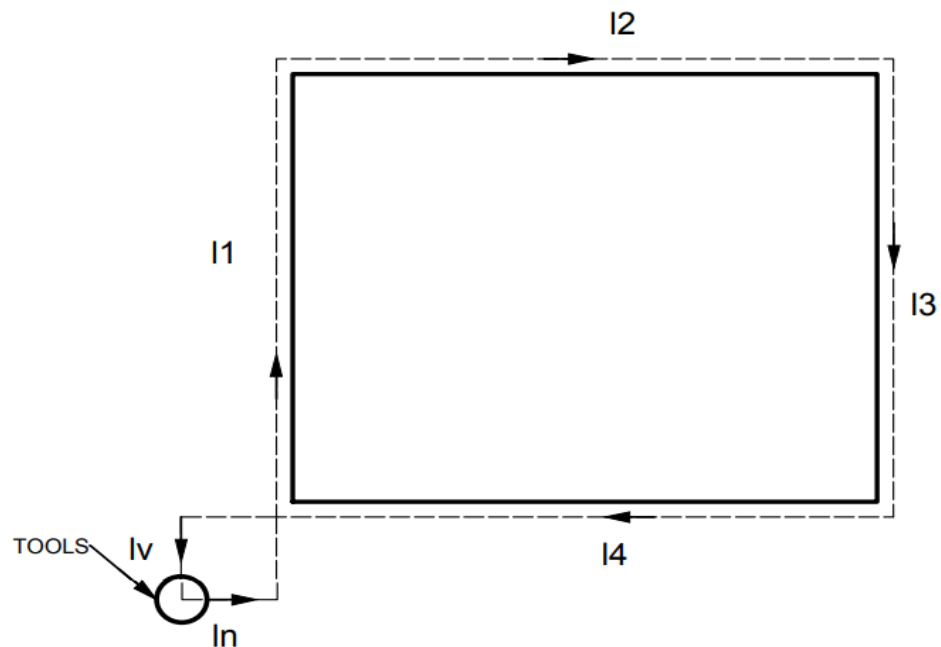
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,25 \times 2000 \times 2$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan kontur



Gambar 3.18 Pergerakan kontur *base*

fixture pada sisi 3, 4, 5, dan 6

Diketahui: $lw = l1 + l2 + l3 + l4$

$$lw = 332,5 \text{ mm} + 395 \text{ mm} + 325 \text{ mm} + 397,5 \text{ mm}$$

$$= 1450 \text{ mm}$$

$$lv = 2,5 \text{ mm}$$

$$ln = 7,5 \text{ mm}$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2,5 \text{ mm} + 1450 \text{ mm} + 7,5 \text{ mm}$$

$$lt = 1460 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$tc = \frac{1460 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 1,46 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 30 \text{ mm}$

$$a = 1 \text{ mm}$$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{30 \text{ mm}}{1 \text{ mm}}$$

$$z = 30 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 1,46 \text{ menit}$

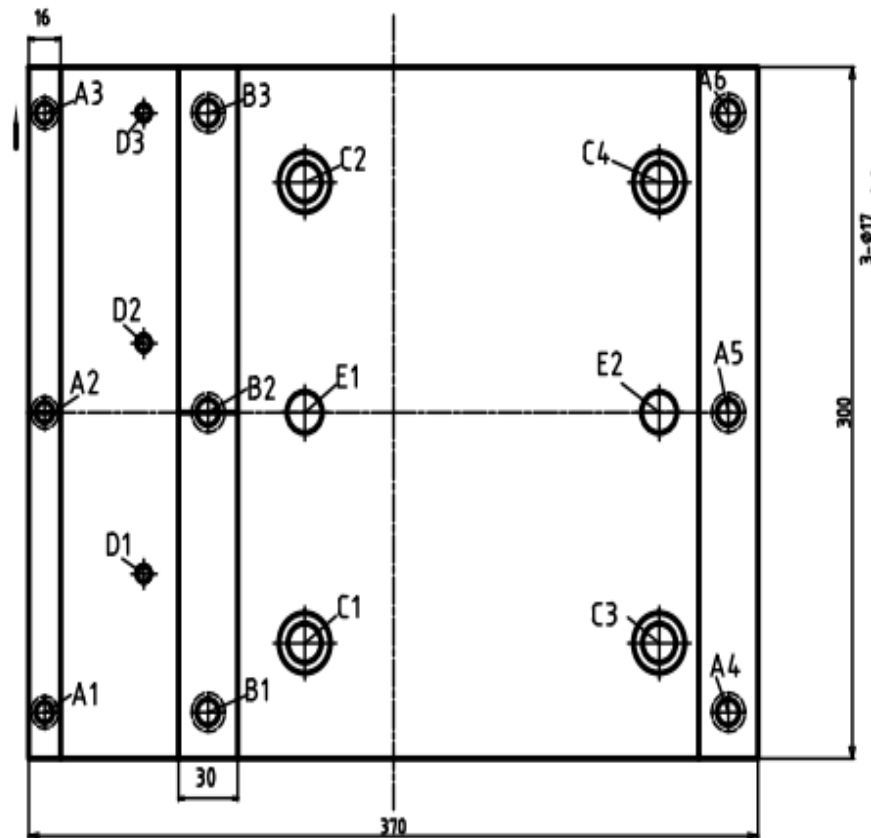
$$z = 30 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: Waktu total $= tc \times z$

$$= 1,46 \text{ menit} \times 30 \text{ kali}$$

$$= 43,8 \text{ menit}$$

b. *Center drilling, drilling, dan Reamer*



Gambar 3.19 letak titik point pada *base fixture*

1) *Center drilling* pada point A, B, C, D, E.

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D \text{ (tools)} = \varnothing 5 \text{ mm}$

$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

Maka:
$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

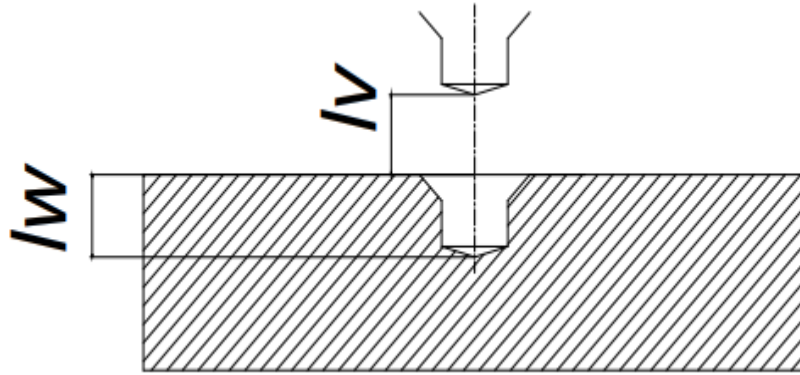
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill*



Gambar 3.20 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 3 \text{ mm}$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 8 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{8 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,053 \text{ menit}$$

Proses *center drill* pada *base fixture* terdapat 18 luban, maka waktu total yang dibutuhkan pada proses *center drill* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \times 18 \text{ kali}$$

$$= 0,053 \text{ menit} \times 18$$

$$= 0,954 \text{ menit}$$

2) *Drilling* pada point D1, D2, dan D3

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \text{Ø}6,8 \text{ mm}$

$CS_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$

$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{25 \times 1000}{\pi \times d \times 2}$

$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 6,8}$

$n = 1170 \text{ rpm}$

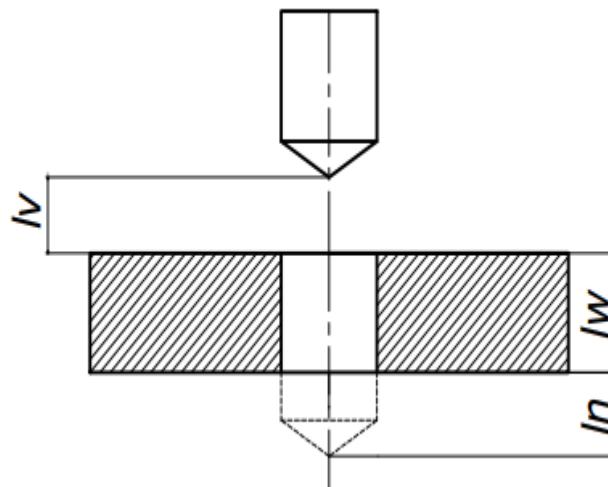
$n \approx 1000 \text{ rpm}$

$vf = f_v \times n$

$vf = 0,1 \times 1000$

$vf = 100 \text{ mm/menit}$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point D



Gambar 3.21 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 28 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

$ln = 3 \text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 5 \text{ mm} + 28 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 36 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$$z = 36 \text{ kali}$$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = 666 \text{ mm}$$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{666 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 6,66 \text{ menit}$$

- Waktu Pemakanan kosong.

Maka : $Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = 666 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf_{max}}$$

$$tc2 = \frac{666 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,066 \text{ menit}$$

$$tc\ total = tc1 + tc2$$

$$tc\ total = 7,41\ menit + 0,0741\ menit = 6,72\ menit$$

Pada pengerjaan *drilling* point D terdapat 3 proses *drilling*. Maka waktu total proses *drilling* point D adalah.

$$\text{Waktu total} = tc\ total \times 3\ \text{proses}$$

$$= 6,72 \times 3$$

$$= 20,17\ \text{menit}$$

3) *Drilling* pada point C1, C2, C3, C4.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,2\ \text{mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 17\ \text{mm}$$

$$C_{S(HSS)} = 30\ \text{m/min (tabel 2.3)}$$

$$v_f(max) = 10000\ \text{mm/menit}$$

$$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1\ \text{mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{30 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 17}$$

$$n = 562.\ \text{rpm}$$

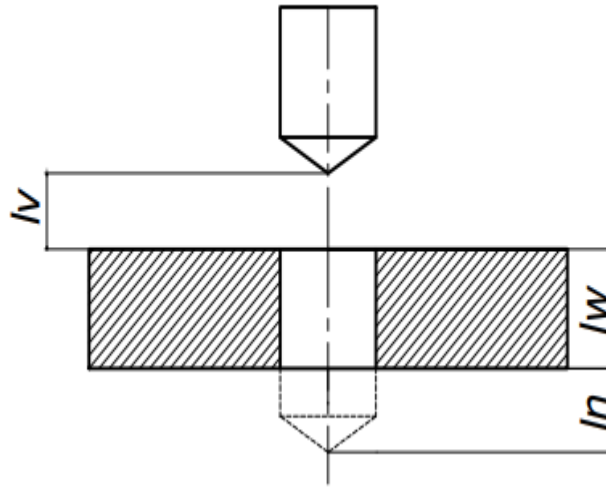
$$n \approx 500\ \text{rpm}$$

$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,2 \times 500$$

$$v_f = 100\ \text{mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point C



Gambar 3.22 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 28 \text{ mm}$

$l_v = 5 \text{ mm}$

$l_n = 6 \text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $l_t = l_v + l_w + l_n$

$l_t = 5 \text{ mm} + 28 \text{ mm} + 6 \text{ mm}$

$l_t = 39 \text{ mm}$

$$z = \frac{l_t}{Q}$$

$$z = \frac{39}{1}$$

$z = 41 \text{ kali}$

$$S_z = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$S_z = \frac{39}{2}(2 \times 1 + (39-1)1)$$

$S_z = 780 \text{ mm}$

$$tc1 = \frac{S_z}{vf}$$

$$tc1 = \frac{780 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 7,8 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

$$\text{Maka: } Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{39}{2}(2 \times 1 + (39-1)1)$$

$$Sz = 780 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{780 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,078 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 7,8 \text{ menit} + 0,078 \text{ menit} = 7,878 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan *drilling* point C terdapat 4 proses *drilling*. Maka waktu total proses *drilling* point C adalah

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= tc \text{ total} \times 4 \text{ proses} \\ &= 7,878 \times 4 \\ &= 31,512 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) *Drilling* pada point A1, A2, A3.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 9 \text{ mm}$$

$$CS_{(HSS)} = 27 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth \text{ of cut})} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

$$n = 955,41 \text{ rpm}$$

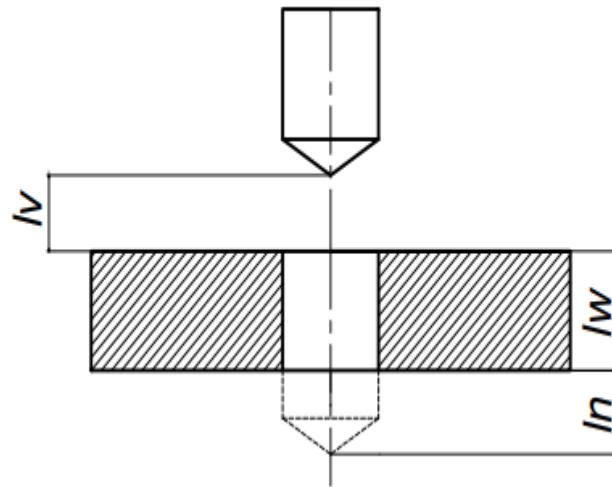
$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$vf = f \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1000$$

$$vf = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point A



Gambar 3.23 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 28 \text{ mm}$

$$l_v = 5 \text{ mm}$$

$$l_n = 3 \text{ mm}$$

• Waktu pemakanan.

Maka: $lt = l_v + l_w + l_n$

$$lt = 5 \text{ mm} + 28 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 36 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$$z = 36 \text{ kali}$$

$$S_z = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$S_z = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$S_z = 666 \text{ mm}$$

$$tc1 = \frac{S_z}{vf}$$

$$tc1 = \frac{666 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 6,66 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

Maka: $S_z = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$S_{36} = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$S_z = 666 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{S_z}{vf_{max}}$$

$$tc2 = \frac{666 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,066 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 6,66 \text{ menit} + 0,066 \text{ menit} = 6,726 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan *drilling* point A Ø9 terdapat 3 proses *drilling* yang sama. Maka waktu total proses *drilling* point A1, A2, dan A3 adalah

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times 3 \text{ proses}$$

$$= 6,726 \times 3$$

$$= 20,17 \text{ menit}$$

5) *Drilling* pada point E1, E2.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,2 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \text{Ø}17,7 \text{ mm}$$

$$CS_{(HSS)} = 30 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$$

Maka:
$$n = \frac{30 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 17,7}$$

$$n = 539,78 \text{ rpm}$$

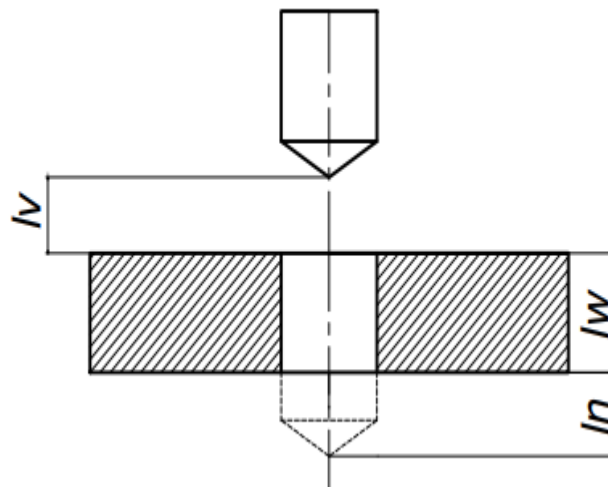
$$n \approx 500 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,2 \times 500$$

$$vf = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point E



Gambar 3.24 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 28 \text{ mm}$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

$$ln = 8 \text{ mm}$$

- Waktu pemakanan.

Maka:
$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 28 \text{ mm} + 6 \text{ mm}$$

$$lt = 39 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{39}{1}$$

$$z = 41 \text{ kali}$$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{39}{2}(2 \times 1 + (39-1)1)$$

$$Sz = 780 \text{ mm}$$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{780 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 7,8 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

Maka: $Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$Sz = \frac{39}{2}(2 \times 1 + (39-1)1)$$

$$Sz = 780 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{780 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,078 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 7,8 \text{ menit} + 0,078 \text{ menit} = 7,878 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan *drilling* point E terdapat 2 proses *drilling*.
Maka waktu total proses *drilling* point E adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times 2 \text{ proses}$$

$$= 7,878 \times 2$$

$$= 15,75 \text{ menit}$$

6) *Drilling* pada point A4, A5, A6 dan B1,B2,B3.

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,125 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \varnothing 11 \text{ mm}$

$C_{S(HSS)} = 30 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$

$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{30 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 11}$$

$$n = 868.55 \text{ rpm}$$

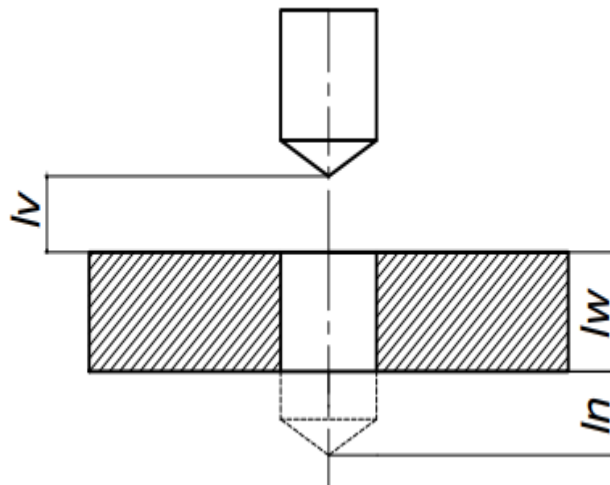
$$n \approx 800 \text{ rpm}$$

$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,125 \times 800$$

$$v_f = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point A4, A5, A6, B1, B2, dan B3



Gambar 3.25 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 28 \text{ mm}$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

$$ln = 3$$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 5 \text{ mm} + 28 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 36 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$$z = 36 \text{ kali}$$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = 666 \text{ mm}$$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{666 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 6,66 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

Maka: $Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = 666 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{666 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,066 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 6,66 \text{ menit} + 0,066 \text{ menit} = 6,726 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan *drilling* point A dan B terdapat 6 proses *drilling*. Maka waktu total proses *drilling* point A dan B adalah

$$\begin{aligned}\text{Waktu total} &= tc_{\text{total}} \times 6 \text{ proses} \\ &= 6,726 \times 6 \\ &= 40,356 \text{ menit}\end{aligned}$$

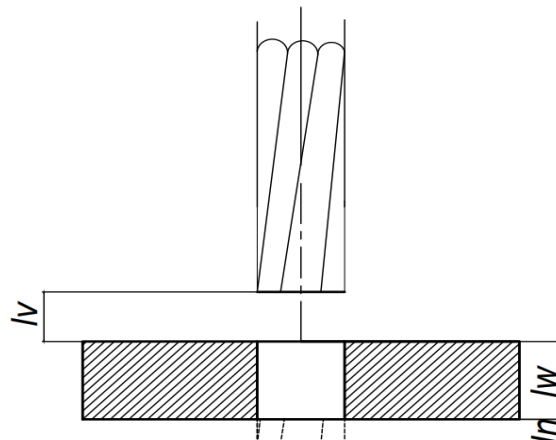
7) *Reamer* pada point E1 dan E2

a) Kecepatan pemakanan

$$\begin{aligned}\text{Diketahui: } f_v &= 0,14 \text{ mm/rev} \\ D_{(\text{tools})} &= \varnothing 18 \text{ H7} \\ C_s (\text{reamer HSS}) &= 30 \text{ m/min (tabel 2.1)} \\ n &= \frac{3,82 \times SFM \times 25,4}{D} \\ n &= \frac{3,82 \times 60 \times 25,4}{18} \\ n &= 323,426 \text{ rpm} \\ n &\approx 300 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka: } v_f &= f_v \times n \\ v_f &= 0,14 \times 300 \\ v_f &= 42 \text{ mm/menit}\end{aligned}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *Reamer* pada point E



Gambar 3.26 Pergerakan *reamer*

Diketahui: $lw = 28\text{mm}$

$lv = 5\text{mm}$

$ln = 3\text{ mm}$

Maka : $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = lv + lw + ln$

$lt = 5\text{ mm} + 28\text{ mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 36\text{ mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{36\text{ mm}}{42\text{ mm/menit}}$

$tc = 0,9\text{ menit}$

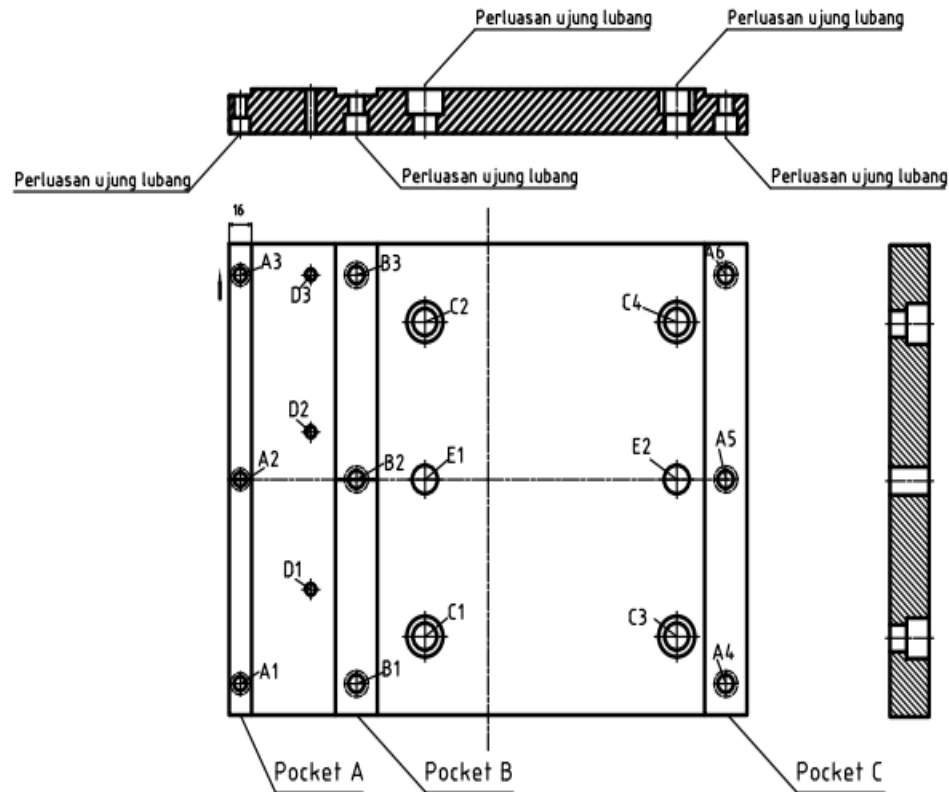
Pada pengerjaan *reamer* point E terdapat 2 proses *reamer* yang sama. Maka waktu total proses *reamer* point E adalah.

Waktu total = $tc \times 2\text{ proses}$

$= 0,9 \times 2$

$= 1,8\text{ menit}$

c. Perluasan ujung lubang dan *pocket*



Gambar 3.27 Penunjukan perluasan ujung lubang dan *pocket*

1) Perluasan ujung lubang pada point C1, C2, C3, dan C4

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,125 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ gigi}$

$C_{S(\text{carbide})} = 60 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$D_{(\text{tools})} = \varnothing 8 \text{ mm}$

$d = \varnothing 26 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{60 \times 1000}{3,14 \times 8}$$

$$n = 2388,53 \text{ rpm}$$

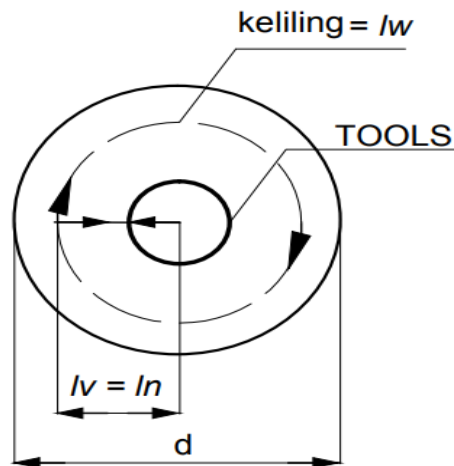
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f \times v \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah perluasan ujung lubang Ø26



Gambar 3.28 Pergerakan perluasan ujung lubang

Diketahui:

$$\begin{aligned} lw &= [\pi \times (d-D)] \\ &= [3,14 \times (26\text{mm} - 8\text{mm})] \\ &= [3,14 \times 18] \\ &= 56,52\text{mm} \end{aligned}$$

$$lv = 9 \text{ mm}$$

$$ln = 9 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 9 \text{ mm} + 56,52 \text{ mm} + 9 \text{ mm}$$

$$lt = 74,52\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{74,52 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,074 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 16 \text{ mm}$

$a = 0,5 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{16 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}}$$

$$z = 32 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,074 \text{ menit}$

$z = 32 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,074 \text{ menit} \times 32 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 2,384 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan Perluasan ujung lubang Ø26mm pada point C terdapat 4 point yang sama maka waktu totalnya adalah.

$$Waktu(total) = tc_{(total)} \times 4 \text{ kali proses}$$

$$= 2,384 \text{ menit} \times 4 \text{ kali proses}$$

$$= 9,53 \text{ menit}$$

2) Pocket A,B, dan C

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 2 \text{ insert}$

$Cc_{(insert)} = 150 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D_{(tools)} = \text{Ø}16 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{150 \times 1000}{3,14 \times 16}$$

$$n = 3980 \text{ rpm}$$

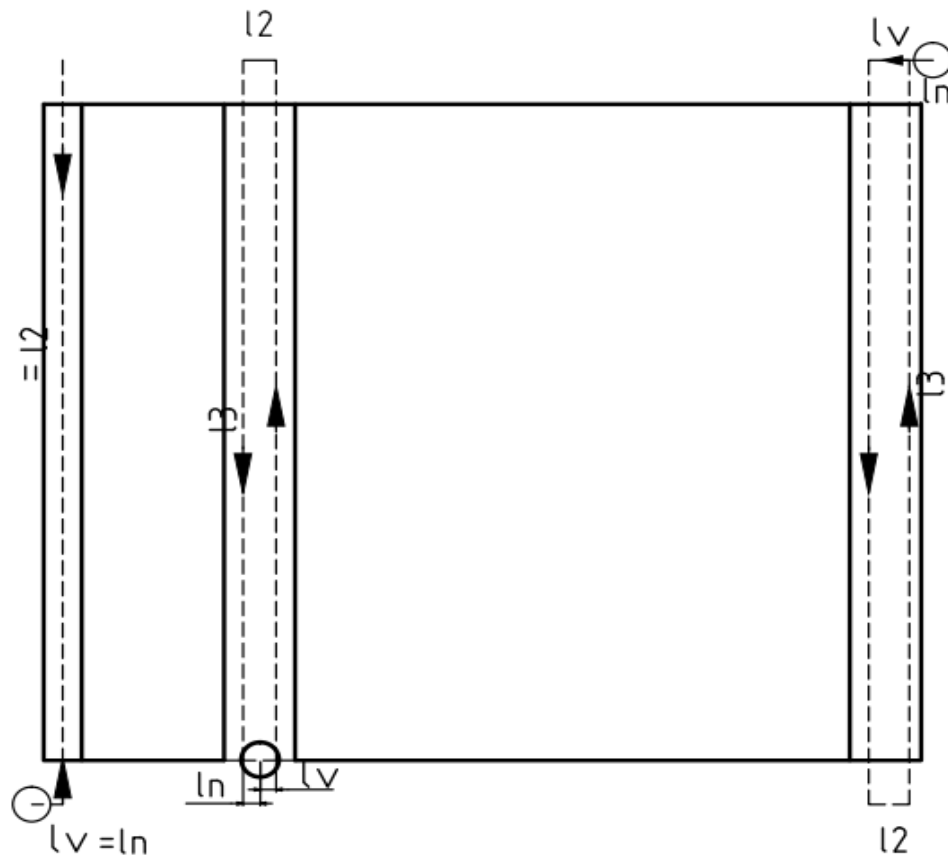
$$n \approx 4000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 4000 \times 2$$

$$vf = 800 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan *pocket*, *A*, *pocket B*, dan *pocket C*



Gambar 3.29 Pergerakan pemotongan *pocket* A, B, dan C

Diketahui: $lv_{\text{Pocket B}} = 7 \text{ mm}$

$ln_{\text{Pocket B}} = 7 \text{ mm}$

$$lv_{\text{Pocket C}} = 27 \text{ mm}$$

$$ln_{\text{Pocket B}} = 10 \text{ mm}$$

$$lv_{\text{Pocket A}} = 13 \text{ mm}$$

$$ln_{\text{pocket A}} = 13 \text{ mm}$$

$$\text{lintasan pocket A dan B} = lv + l1 + l2 + l3 + ln$$

$$\text{lintasan pocket A} = lv + l1 + l2 + ln$$

$$\begin{aligned} \text{lintasan pocket B} &= 7\text{mm} + 340\text{mm} + 14\text{mm} + 340\text{mm} + 7\text{mm} \\ &= 708 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{lintasan pocket C} &= 27\text{mm} + 340\text{mm} + 17\text{mm} + 340\text{mm} + 10\text{mm} \\ &= 734\text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{lintasan pocket A} &= 13\text{mm} + 340\text{mm} + 340\text{mm} + 13\text{mm} \\ &= 706\text{mm} \end{aligned}$$

$$lt = \text{lintasan pocket B} + \text{lintasan pocket A} + \text{lintasan pocket C}$$

$$\begin{aligned} lt &= 708 \text{ mm} + 734\text{mm} + 706\text{mm} \\ &= 2148\text{mm} \end{aligned}$$

$$D(\text{tools}) = 16 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = 2148 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{2148 \text{ mm}}{800 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 2,685 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Karena tiap *poket* memiliki kedalaman yang sama maka jumlah langkah pengefraisan menurun dapat di hitung sebagai berikut.

Diketahui: $b = 4 \text{ mm}$

$$a = 1\text{mm}$$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{1 \text{ mm}}{1 \text{ mm}}$$

$$z = 4 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } tc = 2,685 \text{ menit}$$

$$z = 4 \text{ kali pemakanan}$$

$$\text{Maka: } waktu \text{ total} = tc \times z$$

$$waktu \text{ total} = 2,685 \text{ menit} \times 4 \text{ kali}$$

$$waktu \text{ total} = 10,74 \text{ menit}$$

3) Perluasan ujung lubang pada point A4, A5, A6 dan B1,B2,B3.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,125 \text{ mm/rev (gambar 2.42)}$$

$$N = 4 \text{ gigi}$$

$$Cs_{(carbide)} = 60 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 10 \text{ mm}$$

$$d = \varnothing 17 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{60 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 1910,41 \text{ rpm}$$

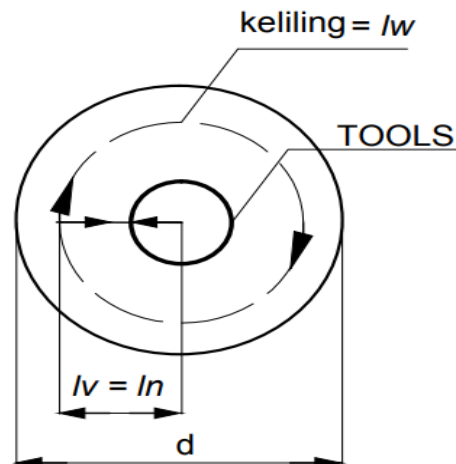
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah perluasan ujung lubang Ø17 mm



Gambar 3.30 Pergerakan perluasan ujung lubang

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 lw &= [\pi \times (d-D)] \\
 &= 3,14 \times (17 \text{ mm} - 10 \text{ mm}) \\
 &= [3,14 \times 7] \\
 &= 21,98 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$lv = ln = 3,5 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 3,5 \text{ mm} + 21,98 \text{ mm} + 3,5 \text{ mm}$$

$$lt = 28,98 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{28,98 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,028 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 12 \text{ mm}$

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = \frac{b}{a}$$

$$z = \frac{12 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}}$$

$$z = 24 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } tc = 0,028 \text{ menit}$$

$$z = 32 \text{ kali pemakanan}$$

$$\text{Maka: } tc_{(total)} = tc \times z$$

$$tc_{(total)} = 0,0289 \text{ menit} \times 24 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 0,672 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan Perluasan ujung lubang Ø17mm pada point A dan B terdapat 6 point yang sama maka waktu totalnya adalah.

$$\begin{aligned} Waktu_{(total)} &= tc_{(total)} \times 6 \text{ kali proses} \\ &= 0,672 \text{ menit} \times 6 \text{ kali proses} \\ &= 4,03 \text{ menit} \end{aligned}$$

4) Perluasan ujung lubang pada point A1, A2, dan A3.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,125 \text{ mm/rev (gambar 2.42)}$$

$$N = 4 \text{ gigi}$$

$$Cs_{(caride)} = 60 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$D_{(tools)} = \text{Ø}10 \text{ mm}$$

$$d = \text{Ø}14 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{60 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 1910 \text{ rpm}$$

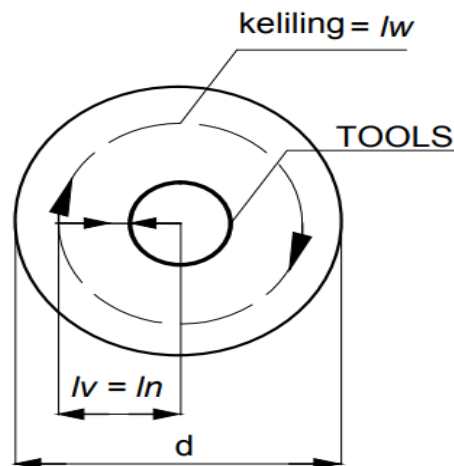
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah Perluasan ujung lubang Ø14mm



Gambar 3.31 Pergerakan perluasan ujung lubang

Diketahui:

$$\begin{aligned} lw &= [\pi \times (d-D)] \\ &= [3,14 \times (14\text{mm} - 10\text{mm})] \\ &= [3,14 \times 4] \\ &= 12,56\text{mm} \end{aligned}$$

$$ln = 2 \text{ mm}$$

$$lv = 2 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$ln = 0$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 \text{ mm} + 12,56 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$$

$$lt = 16,56\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{16,56 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,0165 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 10 \text{ mm}$

$a = 0,5 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{10 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}}$$

$$z = 20 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,0165 \text{ menit}$

$z = 20 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,0165 \text{ menit} \times 20 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 0,3312 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan Perluasan ujung lubang Ø14mm pada point A terdapat 3 point yang sama maka waktu totalnya adalah.

$$Waktu(total) = 0,3312 \text{ menit} \times 3 \text{ kali proses}$$

$$Waktu(total) = 0,9936 \text{ menit}$$

Tabel 3.1 Waktu Pengerjaan *base fixture* pada mesin frais VTEC

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan secara teoritis
Frais	Frais muka dari 30mm menjadi 28 mm sepanjang 375mm pada (sisi 1 dan s 2)	51,06 menit

	Kontur pada sisi (3, 4, 5, dan 6)	43,8 menit
	<i>Center drilling</i>	0,954 menit
	<i>Drilling</i> point D1, D2, dan D3	20,17 menit
	<i>Drilling</i> point C1, C2, C3, dan C4	31,512 menit
	<i>Drilling</i> pada point A1, A2, A3.	20,17 menit
	<i>Drilling</i> pada point E1, E2.	15,75 menit
	<i>Drilling</i> pada point A4, A5, A6 dan B1,B2,B3.	40,356 menit
	<i>Reamer</i> pada point E1 dan E2	1,8 menit
	Perluasan ujung lubang C1, C2, C3, dan C4	9,53 menit
	<i>Pocket</i> A,B, dan C	10,74 menit
	Perluasan ujung lubang point B1, B2, B3, A4, A5, dan A6	4,03 menit
	Perluasan ujung lubang pada point A1,A2, dan A3	0,9936 menit
Total		245,5 menit

Tabel 3.2 Total Waktu Pengerjaan *base fixture* pada mesin *milling* VTEC

Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan <i>base fixture</i>	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin (aktif memotong)	57.1%	245.5 menit	251.8 menit
Sub total	57.1%	245.5 menit (4.09 jam)	251.8 menit (4.1 jam)
Kegiatan persiapan			
1. Mempelajari gambar kerja	2.2%	9.5 menit	9.7 menit
2. Diskusi dengan kepala bengkel.	3.4%	14.6 menit	15 menit
3. Input program NC	11.2%	48.2 menit	49.4 menit
4. <i>Setting</i> benda kerja	5.3%	22.8 menit	23.4 menit
5. <i>Setting</i> titik nol benda	3.5%	15.0 menit	15.4menit
Sub total	25.6%	110.1 menit (1.83 jam)	112.9 menit (1.881 jam)
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	2.9%	12.5 menit	12.8 menit

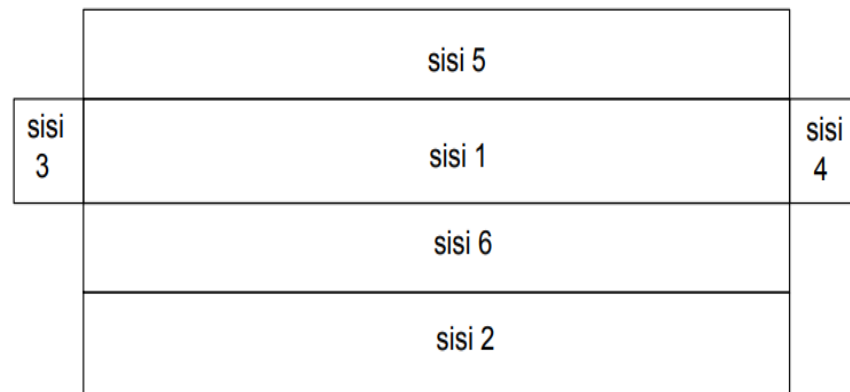
2. Istirahat di dekat mesin	6.8%	29.2 menit	28.62 menit
3. <i>Coffe break</i>	4%	17.2 menit	17.6 menit
4. Ngobrol dengan karyawan lain	3.6%	15.5 menit	15.9 menit
Sub total	17.33 %	74.5 menit (1.22 jam)	76.4 menit (1.27 jam)
Total	100%	429.92 (7.1 jam)	440.9 (7.3 jam)

Tabel 3.3 Waktu total Pengerjaan *base fixture*

Waktu total kegiatan pembuatan <i>base fixture</i>	Waktu kerja teori	Waktu kerja nyata
Pekerjaan dengan mesin		
Kegiatan produktif	4.09 jam	4.1 jam
Kegiatan persiapan	1.83 jam	1.88 jam
Kegiatan pribadi	1.22 jam	1.27 jam
Sub total	7.1 jam	7.3 jam
Pekerjaan tanpa mesin		
<i>Tapping</i> manual	0.8 jam	0.8 jam
<i>Fitter</i>	0.6 jam	0.6 jam
Sub total	1.4 jam	1.4 jam
Total	8.5 jam	8.7 jam

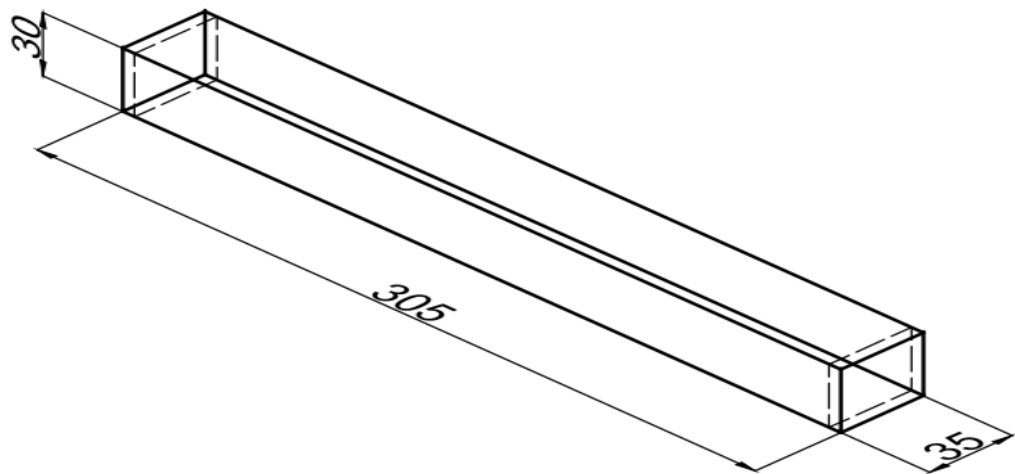
2. *Base guider grouving*

a. Frais muka



Gambar 3.32 Gambar bukaan *base guider grouving*

- 1) Frais muka dari 305mm menjadi 300mm sepanjang 35mm pada sisi 3 dan 4



Gambar 3.33 Frais muka dari 305mm menjadi 300mm sepanjang 35mm

- a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ insert}$

$Cs(\text{insert}) = 110 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D(\text{tools}) = \varnothing 50 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{110 \times 1000}{3,14 \times 50}$$

$$n = 700 \text{ rpm}$$

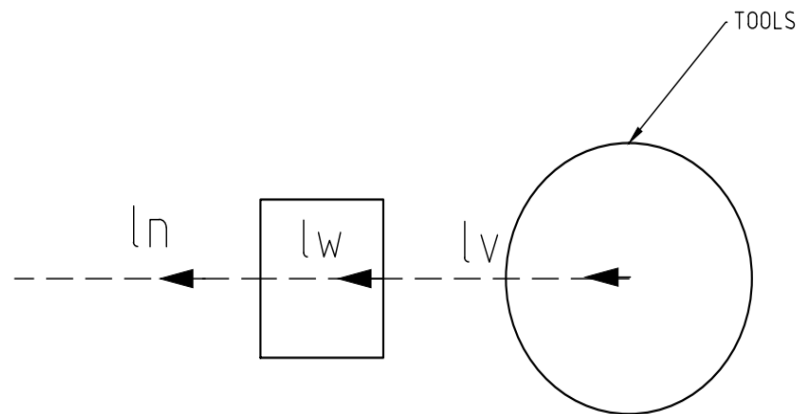
$$n \approx 700 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 700 \times 4$$

$$vf = 280 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.34 Pergerakan pemotongan pada frais muka sisi 3 dan 4

Diketahui: $lw = 35 \text{ mm}$

$$lv = ln = 60 \text{ mm}$$

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 60 \text{ mm} + 35 \text{ mm} + 60 \text{ mm}$$

$$lt = 155 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{155 \text{ mm}}{400 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,55 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 2,5 \text{ mm}$

$a = 1,25 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{2,5 \text{ mm}}{1,25 \text{ mm}}$$

$$z = 2 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,55 \text{ menit}$

$z = 2 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,55 \text{ menit} \times 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 1,1 \text{ menit}$$

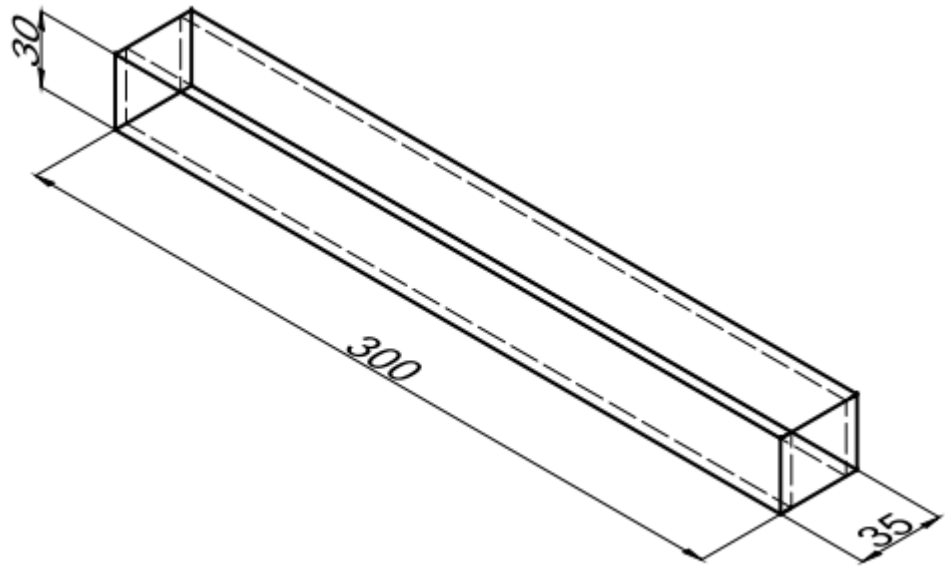
Karena pengerjaan proses pada sisi 3 dan 4 sama, maka waktu frais muka dapat dikali 2.

$$\text{Waktu total} = tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka}$$

$$= 1,1 \times 2$$

$$= 2,2 \text{ menit}$$

2) Fraiis muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 300mm pada sisi 5 dan sisi 6



Gambar 3.35 Frais muka dari 35 mm menjadi 30 mm sepanjang 300 mm

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ insert}$

$C_{c(insert)} = 110 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D_{(tools)} = \varnothing 50 \text{ mm}$

$$\text{Maka: } n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{110 \times 1000}{3,14 \times 50}$$

$$n = 700 \text{ rpm}$$

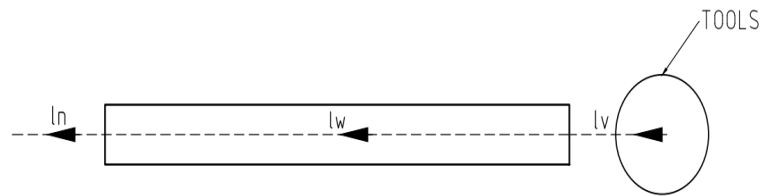
$$n \approx 700 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 700 \times 4$$

$$vf = 280 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.36 Pergerakan pemotongan pada (sisi 5 dan 6)

Diketahui: $lw = 300 \text{ mm}$

$lv = ln = 60 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = lv + lw + ln$

$lt = 60\text{mm} + 300 \text{ mm} + 60 \text{ mm}$

$lt = 420\text{mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{420 \text{ mm}}{280 \text{ mm/menit}}$

$tc = 1,5 \text{ menit}$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 2,5 \text{ mm}$

$a = 1,25 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$z = \frac{2,5\text{mm}}{1,25\text{mm}}$

$z = 2 \text{ kali pemakanan}$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 1,5 \text{ menit}$

$z = 2 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

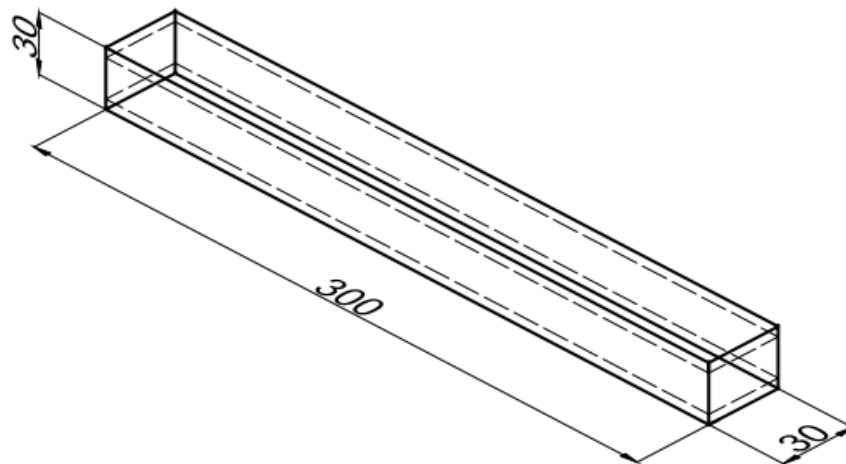
$tc_{(total)} = 1,5\text{menit} \times 2 \text{ kali pemakanan}$

$$tc_{(total)} = 3 \text{ menit}$$

Karena pengerjaan proses pada sisi 5 dan 6 sama, maka waktu frais muka dapat dikali 2.

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka} \\ &= 3 \times 2 \text{ proses} \\ &= 6 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 3) Frais muka dari 30mm menjadi 25mm sepanjang 300mm pada sisi 1 dan sisi 2



Gambar 3.37 Frais muka dari 30mm menjadi 25mm sepanjang 300 mm

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ insert}$

$Cc_{(insert)} = 110 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D_{(tools)} = \varnothing 50 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{110 \times 1000}{3,14 \times 50}$$

$$n = 700 \text{ rpm}$$

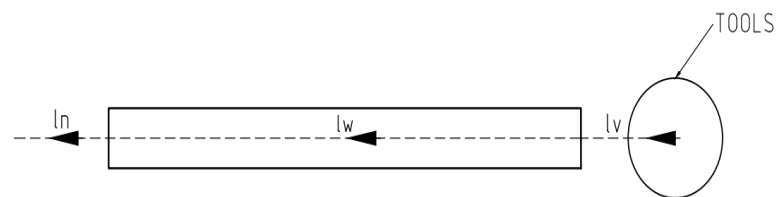
$$n \approx 700 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 700 \times 4$$

$$vf = 280 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.38 Pergerakan pemotongan sisi 1 dan 2

Diketahui: $lw = 300 \text{ mm}$

$lv = ln = 60 \text{ mm}$

Maka:
$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 60 \text{ mm} + 300 \text{ mm} + 60 \text{ mm}$$

$$lt = 420 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{420 \text{ mm}}{280 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 1,5 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

$$\text{Diketahui: } b = 2,5 \text{ mm}$$

$$a = 1,25 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = \frac{b}{a}$$

$$z = \frac{2,5 \text{ mm}}{1,25 \text{ mm}}$$

$$z = 2 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } tc = 1,5 \text{ menit}$$

$$z = 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$\text{Maka: } tc_{(total)} = tc \times z$$

$$tc_{(total)} = 1,5 \text{ menit} \times 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 3 \text{ menit}$$

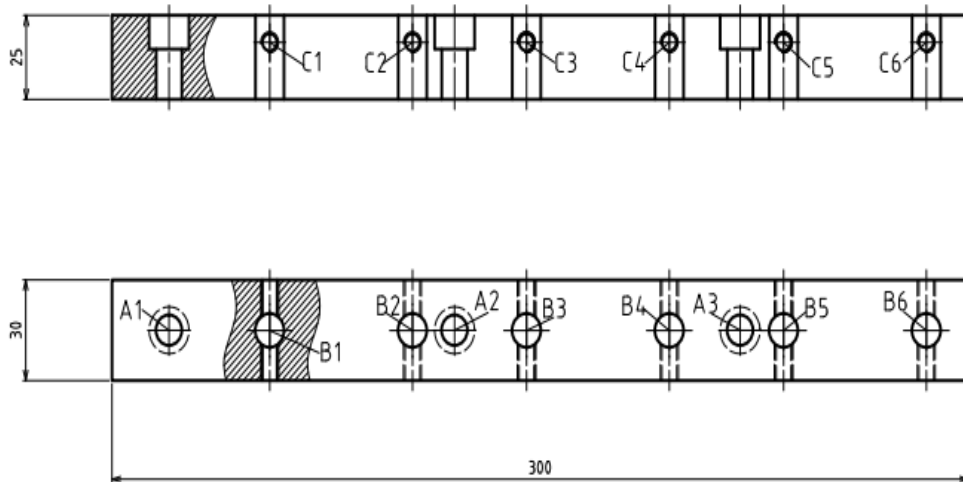
Karena pengerjaan proses pada sisi 1 dan 2 sama, maka waktu frais muka dapat dikali 2.

$$\text{Waktu total} = tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka}$$

$$= 3 \times 2 \text{ proses}$$

$$= 6 \text{ menit}$$

b. *Center drilling*, dan *drilling*



Gambar 3.39 Gambar penunjukan point *drilling*

1) *Center drill* pada point A1, A2, dan A3

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \varnothing 5 \text{ mm}$

$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

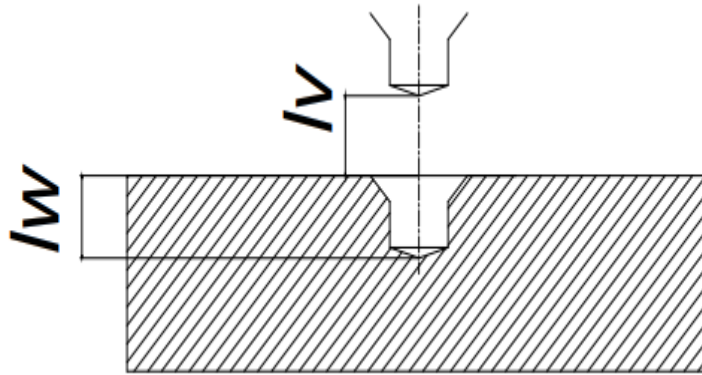
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill* pada point A



Gambar 3.40 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $l_w = 3\text{mm}$

$l_v = 5\text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = l_v + l_w$

$lt = 5\text{mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 8\text{mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{8\text{mm}}{150\text{ mm/menit}}$

$tc = 0,053\text{ menit}$

Pada proses *centre drill* pada point A terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *center drill* point A adalah.

Waktu total = $tc \times 3$ kali

= $0,053\text{ menit} \times 3$

= $0,159\text{ menit}$

2) *Drilling* pada point A1, A2, dan A3.

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \varnothing 9 \text{ mm}$

$CS_{(HSS)} = 27 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$

$Q_{(depth of cut)} = 1 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

$$n = 955,41 \text{ rpm}$$

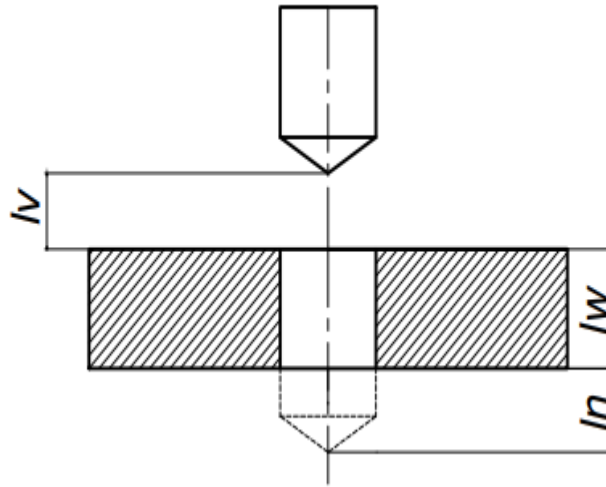
$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,1 \times 1000$$

$$v_f = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point A



Gambar 3.41 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 25\text{mm}$

$lv = 5\text{ mm}$

$ln = 3\text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$lt = 5\text{ mm} + 25\text{ mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 33\text{ mm}$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{33}{1}$$

$z = 33\text{ kali}$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$Sz = 561\text{ mm}$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{561\text{ mm}}{100\text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 5,61 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

$$\text{Maka: } Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$$Sz = 561 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{561 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,056 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 5,61 \text{ menit} + 0,056 \text{ menit} = 5,66 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan *drilling* point A Ø9 terdapat 3 proses *drilling* yang sama. Maka waktu total proses *drilling* point A1,A2, dan A3 adalah

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times 3 \text{ proses}$$

$$= 5,66 \times 3$$

$$= 16,998 \text{ menit}$$

3) *Driling* pada point C1, C2, C3, C4, C5 dan C6.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \text{Ø}5 \text{ mm}$$

$$CS_{(ST 37)} = 27 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth of cut)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: : } n = \frac{25 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

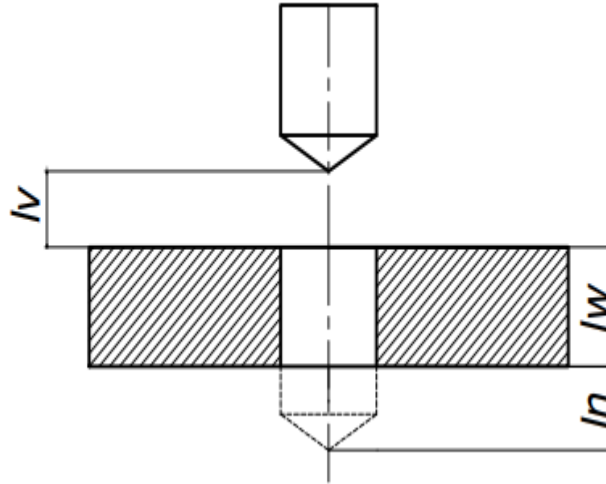
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point C



Gambar 3.42 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 30 \text{ mm}$
 $lv = 5 \text{ mm}$
 $ln = 3 \text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 5 \text{ mm} + 30 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 38 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{38}{1}$$

$$z = 38 \text{ kali}$$

$$S_z = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$S_z = \frac{38}{2}(2 \times 1 + (38-1)1)$$

$$S_z = 741 \text{ mm}$$

$$tc1 = \frac{S_z}{v_f}$$

$$tc1 = \frac{741 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 4,94 \text{ menit}$$

- Waktu Pemakanan kosong.

$$\text{Maka : } S_z = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$S_z = \frac{38}{2}(2 \times 1 + (38-1)1)$$

$$S_z = 741 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{S_z}{v_{fmax}}$$

$$tc2 = \frac{741 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,074 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 4,94 \text{ menit} + 0,074 \text{ menit} = 5,01 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drilling* pada point C terdapat 6 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *drilling* point C adalah.

$$tc(\text{total}) = 5,01 \text{ menit} \times 6 \text{ proses}$$

$$tc(\text{total}) = 30,048 \text{ menit}$$

4) *Center drill* pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \text{Ø}5 \text{ mm}$$

$$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

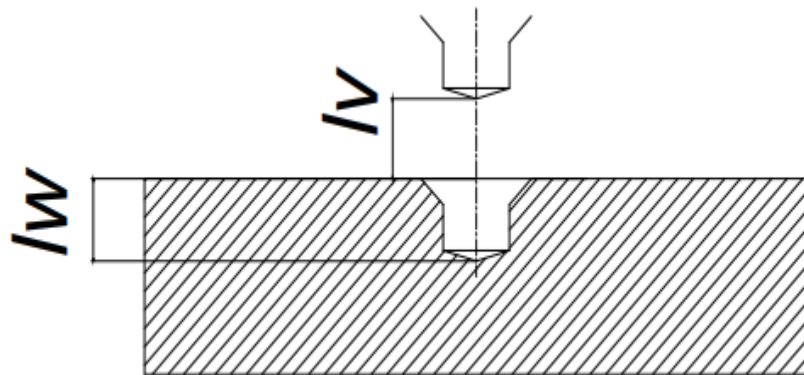
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill* pada point B



Gambar 3.43 Pergerakan *center drilling*

$$\text{Diketahui: } lw = 3 \text{ mm}$$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } tc = \frac{lt}{vf}$$

$$lt = lv + lw$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 8 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{8\text{mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,053 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* pada point B terdapat 6 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *center drill* point B adalah.

$$\begin{aligned}\text{Waktu total} &= tc \times 6 \text{ kali} \\ &= 0,053 \text{ menit} \times 6 \\ &= 0,318 \text{ menit}\end{aligned}$$

5) *Drilling* pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6.

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 10 \text{ mm}$$

$$CS_{(HSS7)} = 30 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: : } n = \frac{30 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 955,41 \text{ rpm}$$

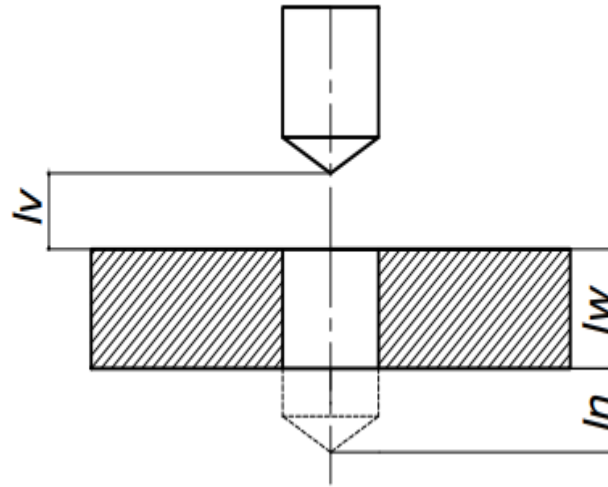
$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1000$$

$$vf = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *drilling* (G83) point B



Gambar 3.44 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 25\text{mm}$

$l_v = 5\text{mm}$

$l_n = 3$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = l_v + l_w + l_n$

$lt = 5\text{ mm} + 25\text{ mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 33\text{ mm}$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{33}{1}$$

$z = 33\text{ kali}$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$Sz = 561\text{ mm}$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{561\text{mm}}{100\text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 5,61 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

$$\text{Maka: } Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$$Sz = 561 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{561 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,0561 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 5,61 \text{ menit} + 0,0561 \text{ menit} = 5,66 \text{ menit}$$

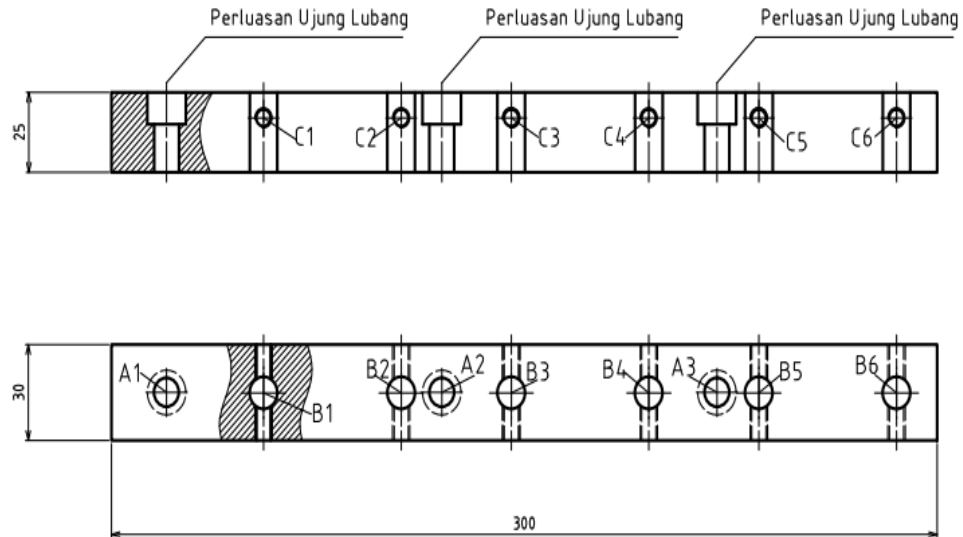
Pada pengerjaan *drilling* point B terdapat 6 proses *drilling*. Maka waktu total proses *drilling* point B adalah

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times \text{proses}$$

$$= 5,66 \times 6$$

$$= 33,996 \text{ menit}$$

c. Perluasan ujung lubang.



Gambar 3.45 menunjukan perluasan ujung lubang dan *drilling*

1) Perluasan ujung lubang pada point A.1, A2, dan A3.

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,125 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ gigi}$

$Cs(\text{carbide}) = 60 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$D(\text{tools}) = \varnothing 10 \text{ mm}$

$d = \varnothing 14 \text{ mm}$

$$\text{Maka: } n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 1910 \text{ rpm}$$

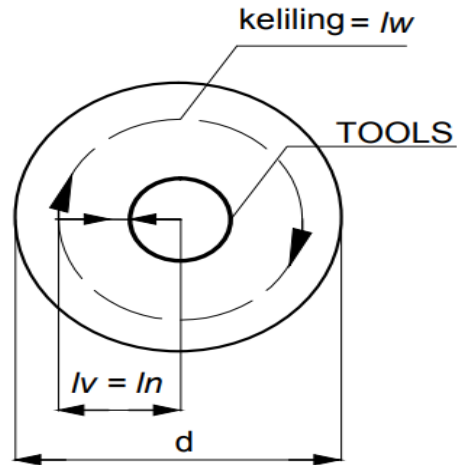
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah Perluasan ujung lubang Ø14mm



Gambar 3.46 Pergerakan pemotongan perluasan ujung lubang

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 lw &= [\pi \times (d-D)] \\
 &= [3,14 \times (14\text{mm} - 10\text{mm})] \\
 &= [3,14 \times 4] \\
 &= 12,56\text{mm}
 \end{aligned}$$

$$ln = 2 \text{ mm}$$

$$lv = 2 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$ln = 0$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 2 \text{ mm} + 12,56 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$$

$$lt = 16,56\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{16,56 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,0165 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 10 \text{ mm}$

$a = 0,5 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{10 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}}$$

$$z = 20 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,0165 \text{ menit}$

$z = 20 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,0165 \text{ menit} \times 20 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 0,3312 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan Perluasan ujung lubang Ø14mm pada point A terdapat 3 point yang sama maka waktu totalnya adalah.

$$Waktu(total) = 0,3312 \text{ menit} \times 3 \text{ kali proses}$$

$$Waktu(total) = 0,9936 \text{ menit}$$

Tabel 3.4 Waktu Pengerjaan *base guider grouving* pada mesin frais V55

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan secara teoritis
Frais	Frais muka dari 305mm menjadi 300mm sepanjang 35mm (sisi 3 dan 4)	2,2 menit
	Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 300mm (sisi 5 dan sisi 6)	6 menit

	Frais muka dari 30mm menjadi 25mm sepanjang 300mm (sisi 1 dan sisi 2)	6 menit
	<i>Center drill</i> pada point A1, A2, dan A3	0,159 menit
	<i>Drilling</i> pada point A1, A2, dan A3.	16,998 menit
	<i>Driling</i> pada point C1, C2, C3, C4, C5 dan C6.	30,048 menit
	<i>Center drill</i> pada point B1, B2, B3, B4, B5, B6.	0,318 menit
	<i>Drilling</i> pada point B1, B2, B3, B4, B5, B6.	1,8 menit
	Perluasan ujung lubang pada point A.1, A2, dan A3.	0,9936 menit
Total		138,86 menit

Tabel 3.5 Waktu Pengerjaan *base guider grouving* pada mesin *milling* V55

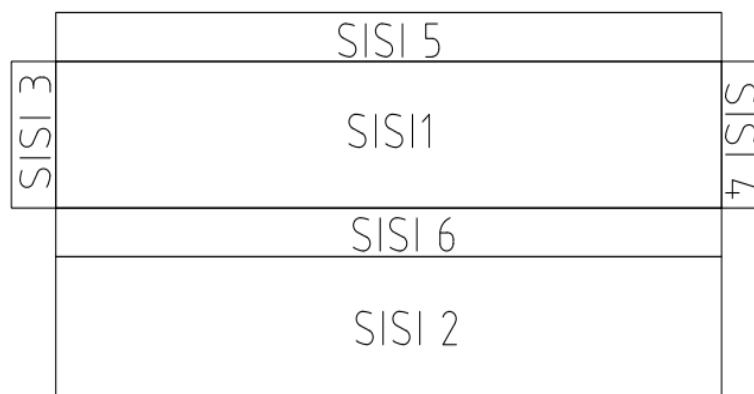
Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan <i>base guider grouving</i>	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	57.1%	138.86 menit	150.86 menit
Sub total	57.1%	138.86 menit (2.31 jam)	150.86 menit (2.51 jam)
Kegiatan persiapan			
Mempelajari gambar kerja	2.2%	5.35 menit	5.81 menit
Diskusi dengan kepala bengkel.	3.4%	8.27 menit	8.98menit
Input program NC	11.2%	27.24 menit	29.59menit
<i>Setting</i> benda kerja	5.3%	12.89 menit	14.00 menit
<i>Setting</i> titik nol benda	3.5%	8.51 menit	9.25 menit
Sub total	25.6%	62.26 menit (1.03 jam)	67.64 menit (1.1 jam)
Kegiatan pribadi			
Pergi ke kamar kecil	2.9%	7.05 menit	7.66menit
Istirahat di dekat mesin	6.8%	16.54 menit	17.97menit
<i>Coffe break</i>	4%	9.73 menit	10.57 menit
Ngobrol dengan karyawan lain	3.6%	8.75 menit	9.51 menit
Sub total	17.33 %	42.07 menit (0.7 jam)	45.71 menit (0.76 jam)
Total	100%	243.19 menit (4.04 jam)	264.2 menit (4.3 jam)

Tabel 3.6 Waktu total Pengerjaan *base guider grouving*

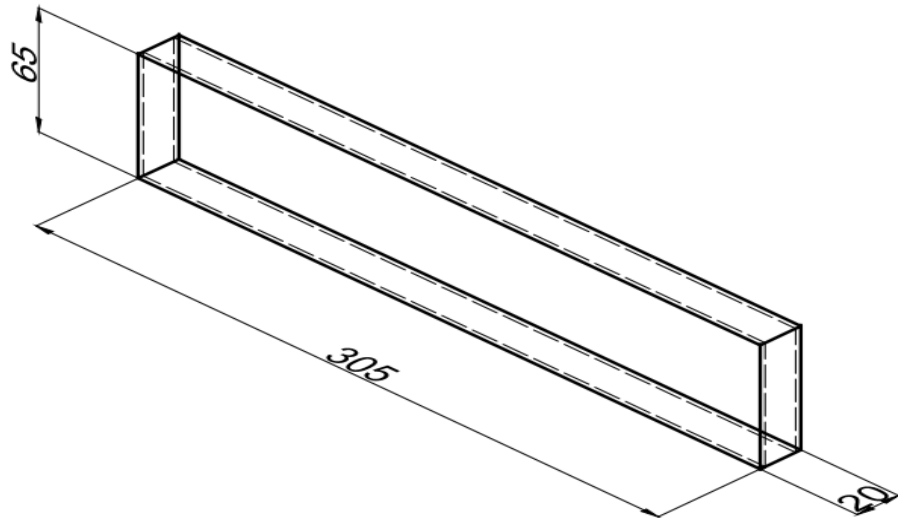
Waktu total kegiatan pembuatan <i>base guider grouving</i>	Waktu kerja teori	Waktu kerja nyata
Pekerjaan dengan mesin		
Kegiatan produktif	2.31 jam	4.2 am
Kegiatan persiapan	1.03 jam	1.1 jam
Kegiatan pribadi	0.7 jam	0.76 jam
Sub total	4.04 jam	4.4 jam
Pekerjaan tanpa mesin		
<i>Tapping</i> manual	1,4 jam	1,4 jam
<i>Fitter</i>	0.5 jam	0.5 jam
Sub total	1.9 jam	1.9 jam
Total	5.94 jam	6.3 jam

3. *Stopper*

- a. Frais muka dan kontur

**Gambar 3.47** Gambar bukaan *stopper*

- 1) Frais muka dari 20mm menjadi 16 mm sepanjang 305mm pada sisi 1 dan sisi 2



Gambar 3.48 Frais muka dari 20 mm menjadi 16 mm sepanjang 305 mm

- a) Kecepatan pemakanan.

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 7$ insert (gambar 2.42)

$Cs(\text{insert}) = 100 \text{ m/min}$

$D_{(\text{tools})} = \text{Ø}100 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{100 \times 1000}{3,14 \times 100}$$

$$n = 318,47 \text{ rpm}$$

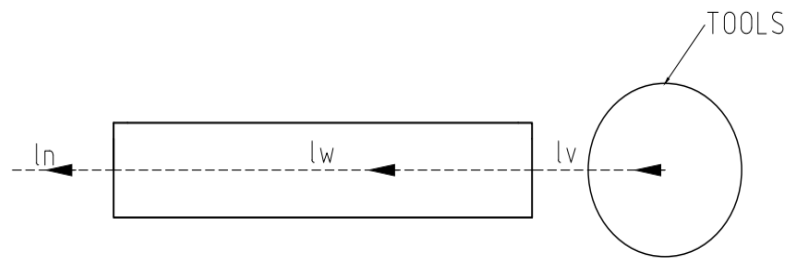
$$n \approx 300 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 300 \times 7$$

$$vf = 210 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.49 Pergerakan pemotongan pada sisi 1 dan sisi 2

Diketahui: $l_w = 305\text{mm}$

$l_v = l_n = 110\text{mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = l_v + l_w + l_n$

$lt = 110\text{ mm} + 305\text{ mm} + 110\text{ mm}$

$lt = 525\text{mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{525\text{ mm}}{210\text{ mm/menit}}$

$tc = 2,5\text{ menit}$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 2\text{ mm}$

$a = 1\text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$z = \frac{2\text{ mm}}{1\text{ mm}}$

$z = 2\text{ kali pemakanan}$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 2,5\text{ menit}$

$z = 2\text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

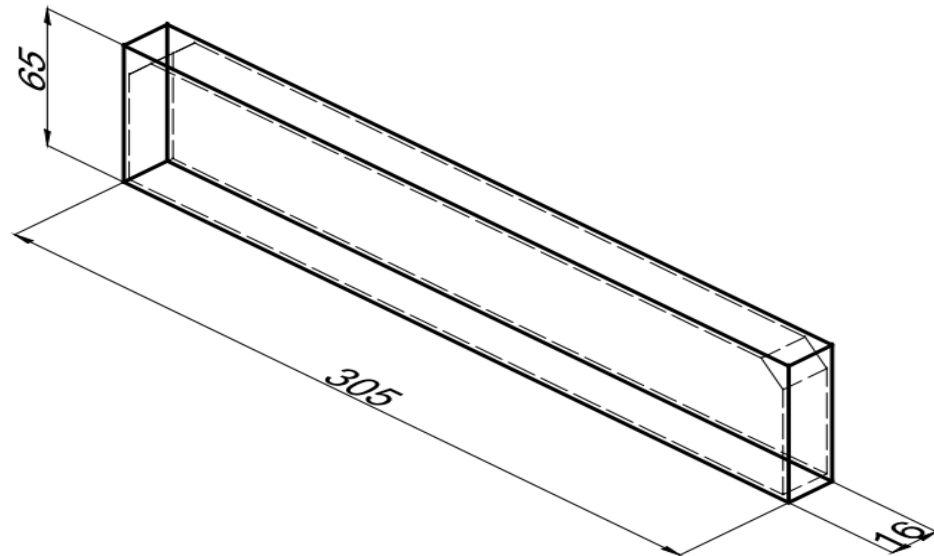
$tc_{(total)} = 2,5\text{ menit} \times 2\text{ kali pemakanan}$

$$tc_{(total)} = 5 \text{ menit}$$

Karena pengerjaan proses pada sisi 1 dan 2 sama maka waktu frais muka dapat dikali 2. Waktu total pada pengerjaan frais muka bidang 1 dan dua adalah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka} \\ &= 5 \times 2 \\ &= 10 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 1) Kontur dari 305mm menjadi 300 mm ,dari 65 mm menjadi 60 mm dan *chamfer* 10 mm x 45° pada sisi (3, 4, 5, dan 6)



Gambar 3.50 Kontur pada sisi (3, 4, 5, dan 6)

- a) Kecepatan pemakanan.

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,2 \text{ mm/rev (gambar 2.42)}$$

$$N = 2 \text{ insert}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 16 \text{ mm}$$

$$C_{S(insert)} = 125 \text{ m/min (gambar 2.42)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{125 \times 1000}{3,14 \times 16}$$

$$n = 2488,05 \text{ rpm}$$

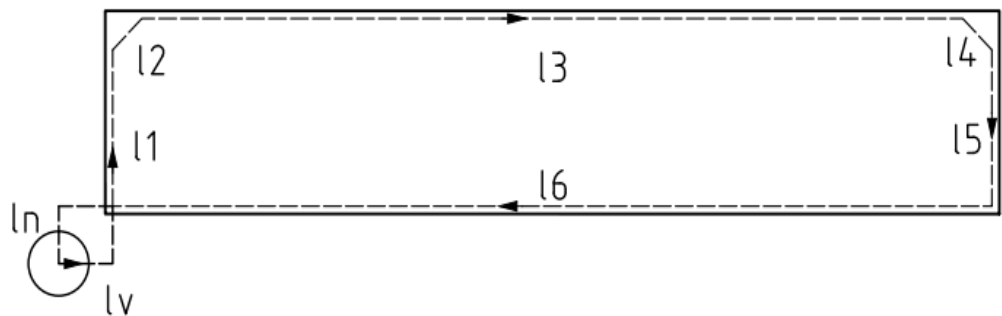
$$n \approx 2500 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n \times N$$

$$vf = 0,2 \times 2500 \times 2$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.51 Pergerakan pemotongan pada sisi (3, 4, 5, dan 6)

Diketahui: $lt = lv + l1 + l2 + l3 + l4 + l5 + l6 + ln$

$$ln = lv = 12 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} lt &= 12 \text{ mm} + 70 \text{ mm} + 25,455 \text{ mm} + 280 \text{ mm} + \\ &\quad 25,455 \text{ mm} + 58 \text{ mm} + 328 \text{ mm} + 12 \text{ mm} \\ &= 810,91 \end{aligned}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$tc = \frac{810,91 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,810 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 16 \text{ mm}$

$$a = 1 \text{ mm}$$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{16\text{mm}}{1\text{mm}}$$

$$z = 16 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,810 \text{ menit}$

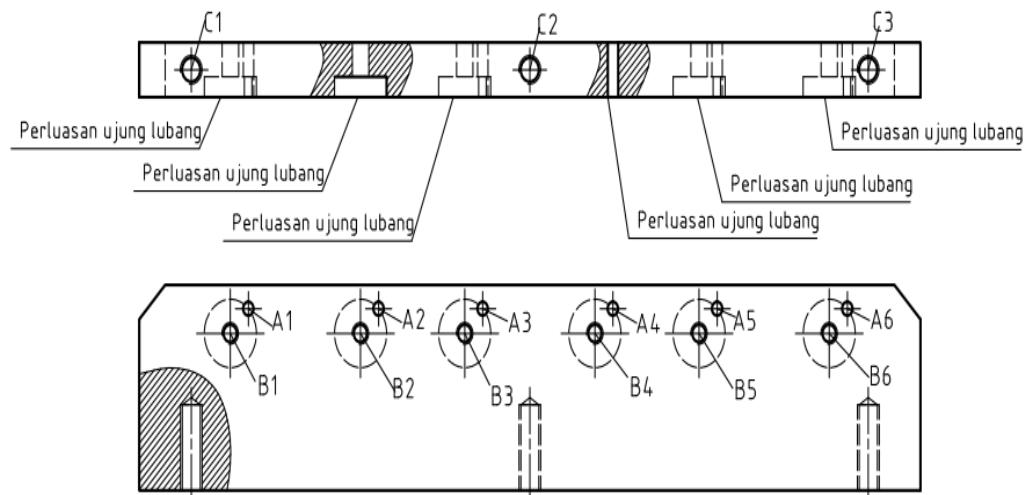
$$z = 16 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: Waktu total = $tc \times z$

$$\text{Waktu total} = 0,810 \text{ menit} \times 16 \text{ kali}$$

$$\text{Waktu total} = 12,97 \text{ menit}$$

b. *Drilling, reamer, dan Perluasan ujung lubang.*



Gambar 3.52 menunjukan titik point stoper

1) *Drilling point A1, A2, A3, A4, A5, dan A6*

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,05 \text{ mm/rev}$

$$D_{(tools)} = \varnothing 3,4 \text{ mm}$$

$$C_{S(HSS)} = 25 \text{ m/min}$$

$$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

Maka: $n = \frac{25 \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 3,4}$$

$$n = 2341 \text{ rpm}$$

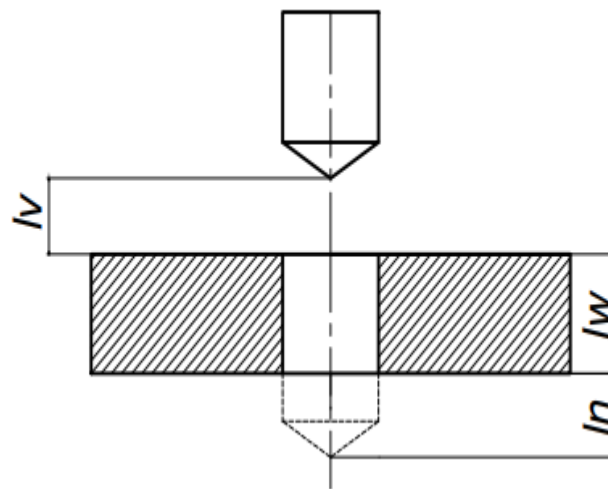
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,05 \times 2000$$

$$vf = 100 \text{ mm/menit}$$

b) aktu pemakaian satu langkah *drilling* (G81) point A



Gambar 3.53 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 16 \text{ mm}$

$$l_v = 5 \text{ mm}$$

$$l_n = 3$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = l_v + l_w + l_n$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 16 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 24 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{24 \text{ mm}}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,24 \text{ menit}$$

Pada proses *drilling* pada point A terdapat enam lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *drilling* point A adalah.

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= tc \times 4 \text{ proses} \\ &= 0,24 \times 6 \\ &= 1,44 \text{ menit} \end{aligned}$$

2) *Ramer* point A1, A2, A3, A4, A5, dan A6

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,016 \text{ mm/rev}$$

$$D_{(\text{tools})} = \varnothing 4 \text{ H7}$$

$$Cs \text{ (reamer HSS)} = 30 \text{ m/min (tabel 2.1)}$$

$$n = \frac{3,82 \times SFM \times 25,4}{D}$$

$$n = \frac{3,82 \times 60 \times 25,4}{4}$$

$$n = 1455,42 \text{ rpm}$$

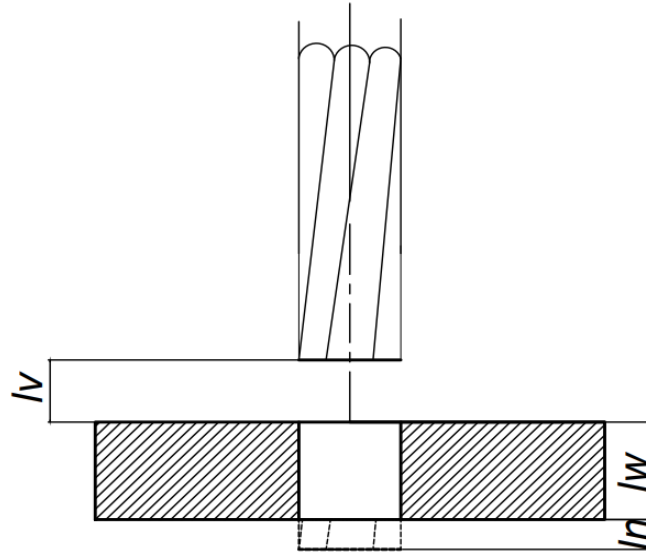
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{Maka: } vf = fv \times n$$

$$vf = 0,016 \times 1500$$

$$vf = 25 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *reamer* Ø4 H7 point A



Gambar 3.54 Pergerakan *reamer*

Diketahui: $lw = 16 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

$ln = 4 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = lv + lw + ln$

$lt = 5 \text{ mm} + 16 \text{ mm} + 4 \text{ mm}$

$lt = 25 \text{ mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{25 \text{ mm}}{25 \text{ mm/menit}}$

$tc = 1 \text{ menit}$

Pada proses *reamer* Ø4 H7 pada point A terdapat 6 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *reamer* Ø4 H7 point A adalah.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total} &= t_c \times 6 \text{ proses} \\
 &= 1 \text{ menit} \times 6 \\
 &= 6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3) *Drilling* pada point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 5,2 \text{ mm}$$

$$C_s_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5,2}$$

$$n = 1531,11 \text{ rpm}$$

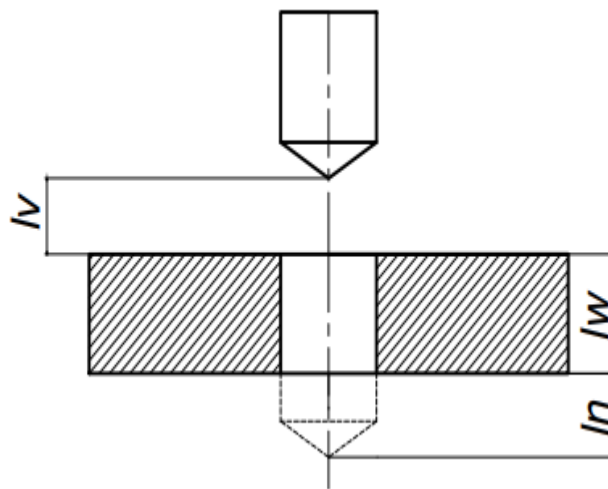
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *drilling* (G81) point B



Gambar 3.55 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 16 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

$ln = 3$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = lv + lw + ln$

$lt = 5 \text{ mm} + 16 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$

$lt = 28 \text{ mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{28 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$

$tc = 0,186 \text{ menit}$

Pada proses *drilling* pada point B terdapat enam lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *drilling* point B adalah.

Waktu total = $tc \times 6$ kali

$= 0,186 \text{ menit} \times 6$

$= 1,12 \text{ menit}$

4) Perluasan ujung lubang point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $fv = 0,125 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4$ gigi

$Cs(\text{carbide}) = 60 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$D(\text{tools}) = \varnothing 8 \text{ mm}$

$d = \varnothing 20 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$n = \frac{60 \times 1000}{3,14 \times 8}$

$$n = 2388,53 \text{ rpm}$$

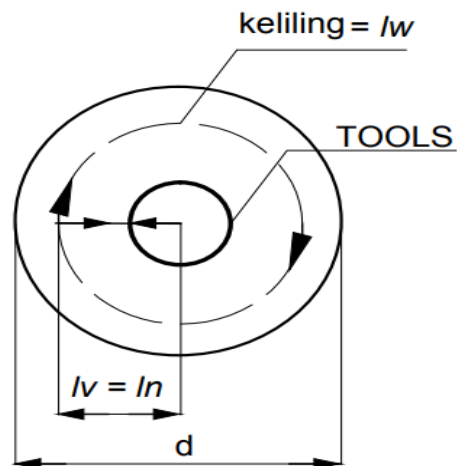
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah Perluasan ujung lubang Ø20mm



Gambar 3.56 Pergerakan pemotongan perluasan ujung lubang

Diketahui: $lw = [\pi \times (d-D)]$
 $= [3,14 \times (20\text{mm} - 8\text{mm})]$
 $= [3,14 \times 12]$
 $= 37,68\text{mm}$

$$lv = 6 \text{ mm}$$

$$ln = 6 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$ln = 0$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 6 \text{ mm} + 37,68 \text{ mm} + 6 \text{ mm}$$

$$lt = 49,68 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{49,68 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,0496 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun point B

$$\text{Diketahui: } b = 12 \text{ mm}$$

$$a = 0,5 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = \frac{b}{a}$$

$$z = \frac{12 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}}$$

$$z = 24 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } tc = 0,0496 \text{ menit}$$

$$z = 24 \text{ kali pemakanan}$$

$$\text{Maka: } tc_{(total)} = tc \times z$$

$$tc_{(total)} = 0,0496 \text{ menit} \times 24 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 1,192 \text{ menit}$$

Pada pengerjaan Perluasan ujung lubang Ø20 mm pada point B terdapat 6 point yang sama maka waktu totalnya adalah.

$$Waktu(total) = 1,192 \text{ menit} \times 6 \text{ kali proses}$$

$$Waktu(total) = 7,153 \text{ menit}$$

5) *Center drill* pada point C1, C2, dan C3

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \text{Ø}3 \text{ mm}$$

$$CS_{(HSS)} = 27 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 3}$$

$$n = 2866,24 \text{ rpm}$$

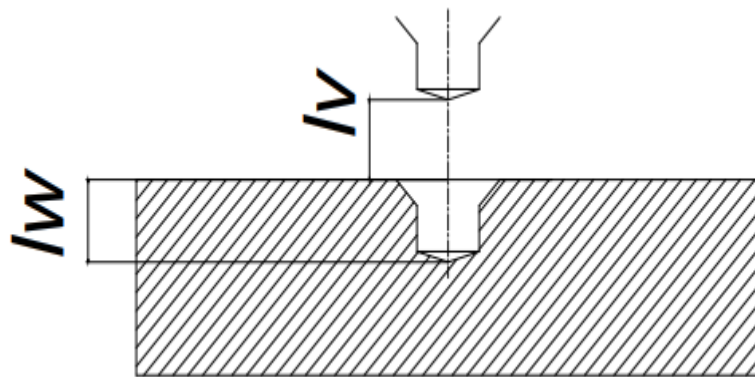
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill* point C



Gambar 3.57 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 1 \text{ mm}$
 $lv = 5 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$
 $lt = lv + lw$
 $lt = 5 \text{ mm} + 1 \text{ mm}$
 $lt = 6 \text{ mm}$
 $tc = \frac{lt}{vf}$
 $tc = \frac{6 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$
 $tc = 0,04 \text{ menit}$

Pada proses *centre drill* pada point C terdapat tiga lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *center drill* point C adalah.

$$Waktu\ total = 0,04\ menit \times 3\ proses$$

$$Waktu\ total = 0,12\ menit$$

6) *Drilling* pada point C1, C2, dan C3

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,115\text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 6,8\text{ mm}$$

$$C_{S(HSS)} = 27\text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 6,8}$$

$$n = 1264,51\text{ rpm}$$

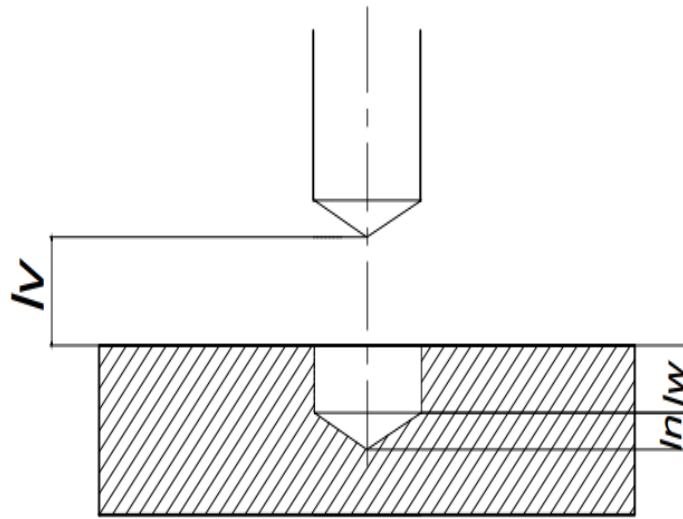
$$n \approx 1300\text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,115 \times 1300$$

$$vf = 150\text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *drilling* point C



Gambar 3.58 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $l_w = 25 \text{ mm}$

$l_v = 5 \text{ mm}$

$l_n = 2 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = l_v + l_w + l_n$

$lt = 5 \text{ mm} + 25 \text{ mm} + 2 \text{ mm}$

$lt = 32 \text{ mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{32 \text{ mm}}{150 \text{ mm/menit}}$

$tc = 0,21 \text{ menit}$

Pada proses *drilling* pada point C terdapat tiga lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *drilling* point C adalah.

$Waktu \text{ total} = 0,213 \text{ menit} \times 3 \text{ proses}$

$Waktu \text{ total} = 0,639 \text{ menit}$

Tabel 3.7 Waktu Pengerjaan *stopper* pada mesin frais V55

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan secara teoritis
Frais	Frais muka dari 20mm menjadi 16 mm sepanjang 305mm pada (sisi 1 dan sisi 2)	10 menit
	Kontur pada sisi (3, 4, 5, dan 6)	12,97 menit
	<i>Drilling</i> point A1, A2, A3, A4, A5, dan A6	1,44 menit
	<i>Ramer</i> point A1, A2, A3, A4, A5, dan A6	6 menit
	<i>Drilling</i> point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6	1,12 menit
	Perluasan ujung lubang point B1, B2, B3, B4, B5, dan B6	7,153 menit
	<i>Center drill</i> point C1, C2, dan C3	0,12 menit
	<i>Drilling</i> pada point C1, C2, dan C3	0,639 menit
Total		39,44 menit

Tabel 3.8 Total Waktu Pengerjaan *stopper* pada mesin *milling* V55

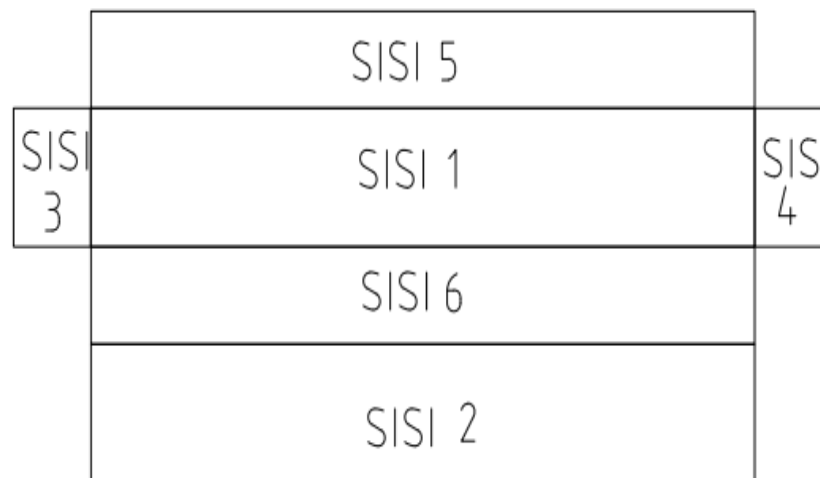
Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan <i>Stopper</i>	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	57.1%	39.44 menit	56.41 menit
Sub total	57.1%	39.44 menit (0.65 jam)	56.41 menit (0.94 jam)
Kegiatan persiapan			
Mempelajari gambar kerja	2.2%	1.52 menit	2.17 menit
Diskusi dengan kepala bengkel.	3.4%	2.35 menit	3.36menit
Input program NC	11.2%	7.75 menit	11.07menit
<i>Setting</i> benda kerja	5.3%	3.67 menit	5.24 menit
<i>Setting</i> titik nol benda	3.5%	2.42 menit	3.46 menit
Sub total	25.6%	17.71 menit (0.29 jam)	25.29 menit (0.42 jam)
Kegiatan pribadi			
Pergi ke kamar kecil	2.9%	2.01 menit	2.87menit
Istirahat di dekat mesin	6.8%	4.70 menit	6.72menit
<i>Coffe break</i>	4%	2.77 menit	3.95menit
Ngobrol dengan karyawan lain	3.6%	2.49 menit	3.56 menit
Sub total	17.33 %	11.97 menit (0.19)	17.09 menit (0.28)
Total	100%	69.19 menit (1.15 jam)	98.8 menit (1.64 jam)

Tabel 3.9 Waktu total Pengerjaan *stopper*

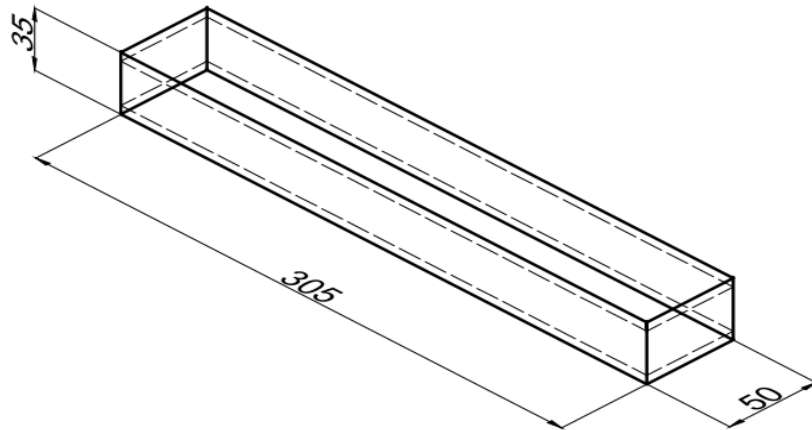
Waktu total kegiatan pembuatan <i>stopper</i>	Waktu kerja teori	Waktu kerja nyata
Pekerjaan dengan mesin		
Kegiatan produktif	0.65 jam	0.94jam
Kegiatan persiapan	0.29 jam	0.42jam
Kegiatan pribadi	0.19 jam	0.28 jam
Sub total	1.15 jam	1.64 jam
Pekerjaan tanpa mesin		
<i>Tapping</i> manual	0.8 jam	0.8 jam
<i>Fitter</i>	0.5 jam	0.5 jam
Sub total	1.3 jam	1.3jam
Total	2.45 jam	2.94jam

4. *Holder* Ø25mm

- a. Frais muka dan kontur

**Gambar 3.59** Gambar bukaan *Holder* Ø25mm

- 1) Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm pada sisi 1 dan sisi 2



Gambar 3.60 Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm

- a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ insert}$

$C_{s(\text{insert})} = 110 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D_{(\text{tools})} = \text{Ø}50 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{110 \times 1000}{3,14 \times 50}$$

$$n = 700 \text{ rpm}$$

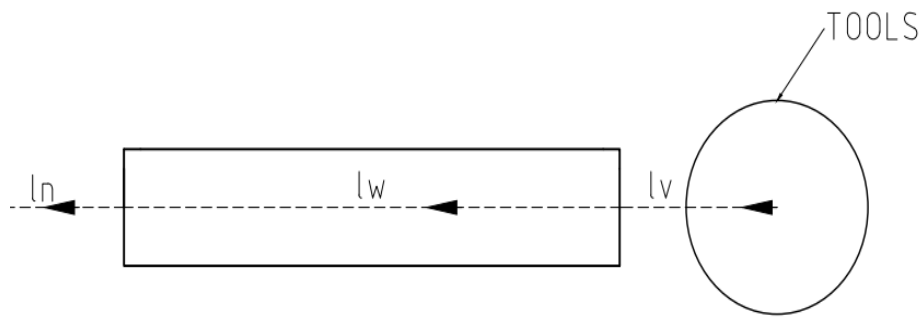
$$n \approx 700 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 700 \times 4$$

$$vf = 280 \text{ mm/menit}$$

- b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.61 Pergerakan pemotongan pada sisi 1 dan sisi 2

Diketahui: $l_w = 305\text{mm}$

$l_v = 60\text{ mm}$

$l_n = 60\text{ mm}$

Maka: $lt = l_v + l_w + l_n$

$lt = 60\text{mm} + 305\text{ mm} + 50\text{ mm}$

$lt = 425\text{mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{425\text{ mm}}{280\text{ mm/menit}}$

$tc = 1,51\text{ menit}$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 2,5\text{ mm}$

$a = 1,25\text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$z = \frac{2,5\text{mm}}{1,25\text{mm}}$

$z = 2\text{ kali pemakanan}$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 1,51\text{ menit}$

$z = 2\text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

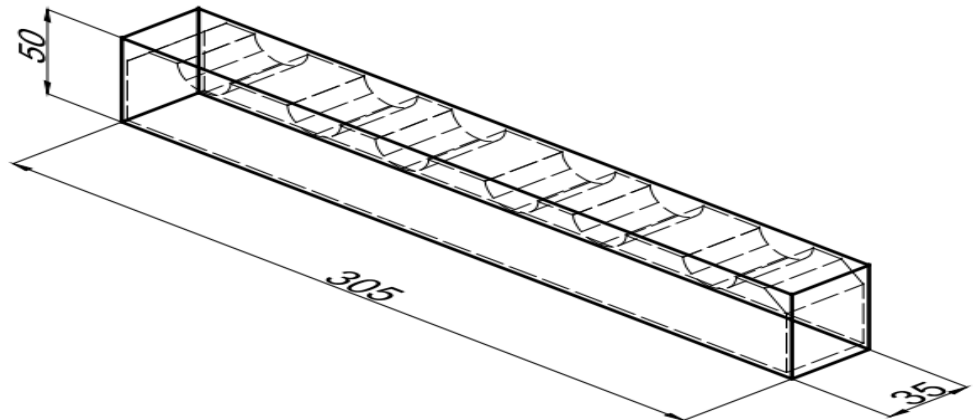
$$tc_{(total)} = 1,51 \text{ menit} \times 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 3,02 \text{ menit}$$

Karena pengerjaan proses pada sisi 1 dan 2 sama, maka waktu frais muka dapat dikali 2.

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka} \\ &= 3,02 \times 2 \\ &= 6,04 \text{ menit} \end{aligned}$$

- 2) Kontur dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45° dan radius 12,5 mm pada sisi 3, 4, 5, dan 6.



Gambar 3.62 Kontur dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45° dan radius 12,5 mm

- a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,125 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$$N = 4 \text{ gigi}$$

$$D_{(tools)} = 10 \text{ mm}$$

$$C_{S(\text{carbide})} = 60\text{m/min (gambar 2.3)}$$

$$l_2 = l_{10}$$

$$l_3 = l_9$$

$$l_5 = l_7$$

$$l_4 = l_6 = l_8$$

$$\text{Maka: } n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 1910\text{rpm}$$

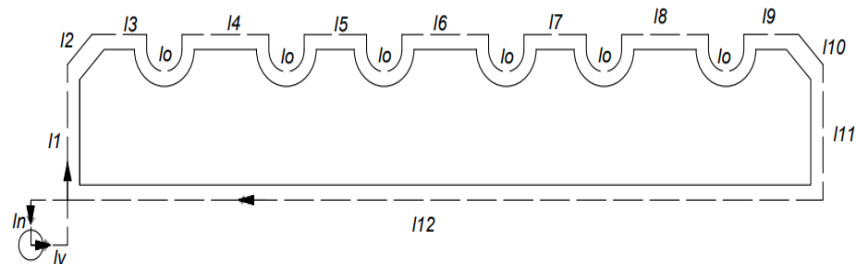
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$vf = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.63 Pergerakan pemotongan kontur sisi 3,4,5 dan 6

$$\text{Diketahui: } l_t = l_v + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 + l_8 + l_9 + l_{10} + l_{11} + l_{12} + l_n$$

$$= 10\text{mm} + (6 \times 33,5 \text{ mm}) + 65 \text{ mm} + (2 \times 21,2\text{mm}) +$$

$$(2 \times 17,5\text{mm}) + (2 \times 25) + (3 \times 35) + 40\text{mm} + 325\text{mm} + 10\text{mm}$$

$$= 883,42$$

$$\text{Maka: } t_c = \frac{l_t}{vf}$$

$$t_c = \frac{883,42\text{mm}}{1000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,883 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 16\text{mm}$

$a = 1\text{mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{30\text{mm}}{0,5\text{mm}}$$

$$z = 60 \text{ kali pemakanan}$$

d) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,883 \text{ menit}$

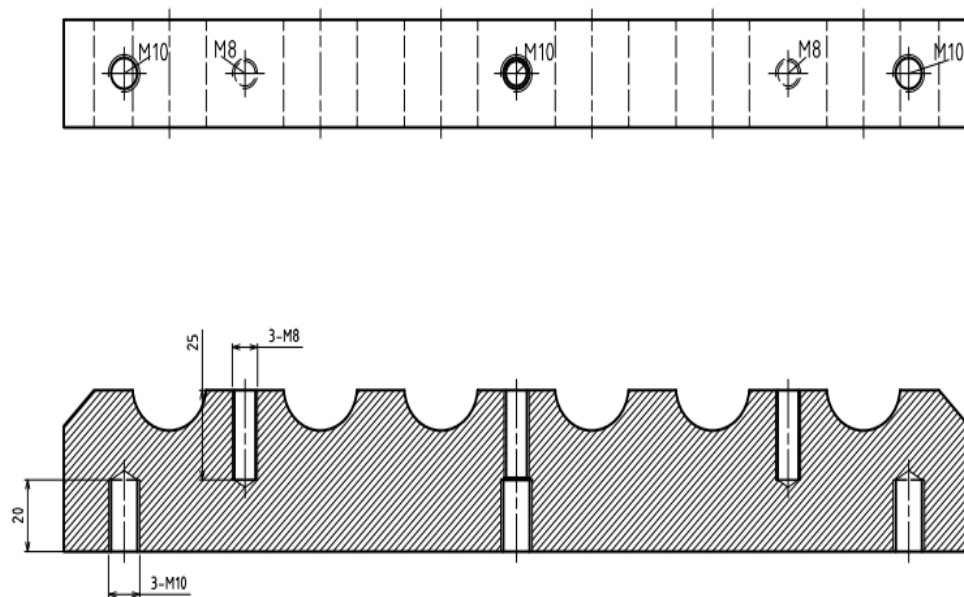
$z = 60 \text{ kali pemakanan}$

Maka: Waktu total = $tc \times z$

$$= 0,883 \text{ menit} \times 60 \text{ kali pemakanan}$$

$$= 52,98 \text{ menit}$$

b. *Center drill* dan *drilling*



Gambar 3.64 Penunjukan titik point pada *holder* Ø25mm

1) *Center drill* untuk M8

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \varnothing 5 \text{ mm}$

$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

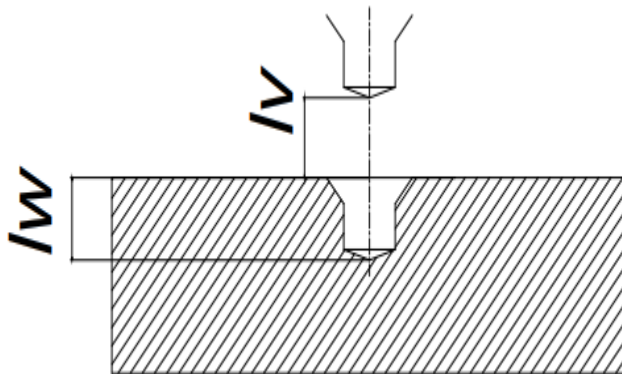
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill*



Gambar 3.65 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 3 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 8\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{8\text{mm}}{150\text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,053\text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *center drill* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \times 3 \text{ kali}$$

$$= 0,053 \text{ menit} \times 3$$

$$= 0,159 \text{ menit}$$

2) *Drilling* untuk M8

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 6,8 \text{ mm}$$

$$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$vf(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{25 \times 1000}{\pi \times d \times 2}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 6,8}$$

$$n = 1170 \text{ rpm}$$

$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

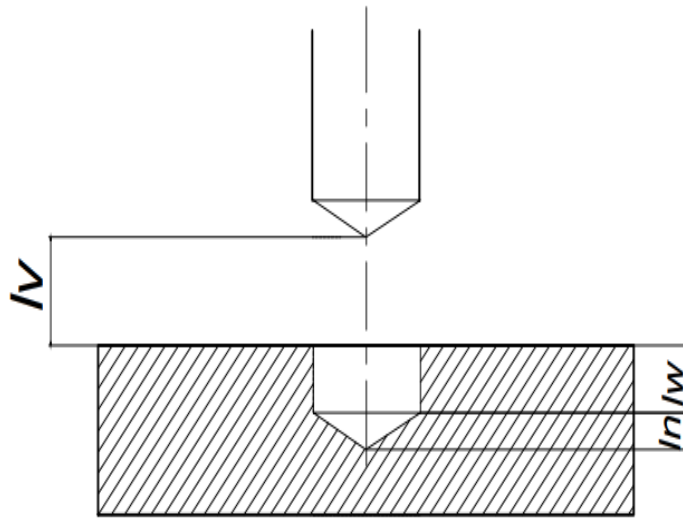
$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1000$$

$$vf = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point

D



Gambar 3.66 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 25 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

$ln = 2 \text{ mm}$

• Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 5 \text{ mm} + 25 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 36 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{33}{1}$$

$$z = 33 \text{ kali}$$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$$Sz = \text{mm}$$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{561,mm}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 5,61 \text{ menit}$$

- Waktu Pemakanan kosong.

$$\text{Maka : } Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{33}{2}(2 \times 1 + (33-1)1)$$

$$Sz = 5,61 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf_{max}}$$

$$tc2 = \frac{561 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,056 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 5,61 \text{ menit} + 0,056 \text{ menit} = 5,66 \text{ menit}$$

Pada proses *drilling* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *drilling* adalah.

$$tc(\text{total}) = 5,66 \text{ menit} \times 3 \text{ proses}$$

$$tc(\text{total}) = 16,99 \text{ menit}$$

3) Pengerjaan *Center drill* untuk M10

a) Kecepatan pemotongan

$$\text{Diketahui: } fv = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D (\text{tools}) = \varnothing 5 \text{ mm}$$

$$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

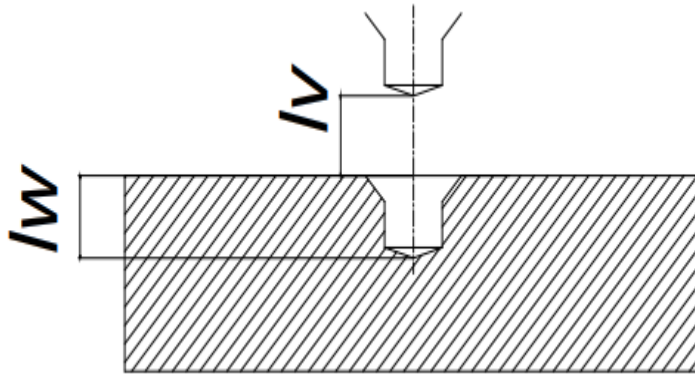
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = fv \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill*



Gambar 3.67 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 3\text{mm}$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw$$

$$lt = 5\text{mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 8\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{8\text{mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,053 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *center drill* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \times 3 \text{ kali}$$

$$= 0,053 \text{ menit} \times 3$$

$$= 0,159 \text{ menit}$$

4) *Drilling* untuk M10

a) Kecepatan pemakanan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,1 \text{ mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D_{(tools)} = \varnothing 9 \text{ mm}$$

$$C_{S(HSS)} = 27 \text{ m/min (tabel 2.3)}$$

$$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$$

$$Q_{(depth\ of\ cut)} = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

$$n = 955,41 \text{ rpm}$$

$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

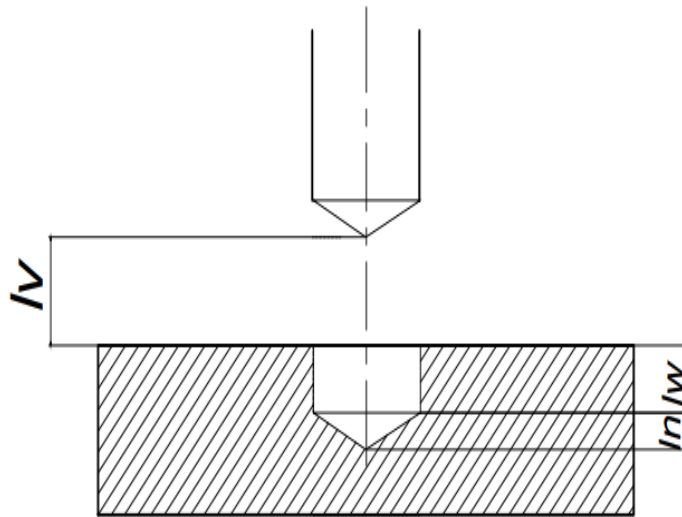
$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,1 \times 1000$$

$$v_f = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point

A



Gambar 3.68 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 20\text{ mm}$

$lv = 5\text{ mm}$

$ln = 2\text{ mm}$

• Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$lt = 5\text{ mm} + 20\text{ mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 28\text{ mm}$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$z = 28\text{ kali}$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{28}{2}(2 \times 1 + (28-1)1)$$

$Sz = 666\text{ mm}$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{406\text{ mm}}{100\text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 4,06 \text{ menit}$$

- Waktu pemakanan kosong

$$\text{Maka: } Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{28}{2}(2 \times 1 + (28-1)1)$$

$$Sz = 406 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf \text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{406 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,040 \text{ menit}$$

$$tc \text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 4,06 \text{ menit} + 0,040 \text{ menit} = 4,1 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *drilling* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times 3 \text{ proses}$$

$$= 4,1 \times 3$$

$$= 12,3 \text{ menit}$$

Tabel 3.10 Waktu Pengerjaan *holder* Ø25mm pada mesin frais V55

<i>Machine Proses</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan secara teoritis
Frais	Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm sisi 1 dan 2	6,04 menit
	Kontur pada sisi 3, 4, 5, dan 6	52,98 menit
	<i>Center drill</i> untuk M8	0,159 menit
	<i>Drilling</i> untuk M8	16,99 menit
	<i>Center drill</i> untuk M10	0,159 menit
	<i>Drilling</i> untuk M10	12,3 menit
Total		88,628 menit

Tabel 3.11 Total Waktu Pengerjaan *holder* Ø25mm pada mesin *milling* V55

Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan <i>locator</i> Ø25 mm	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	57.1%	88.62 menit	102.97 menit
Sub total	57.1%	88.62 menit (1.47 jam)	102.97 menit (1.71 jam)
Kegiatan persiapan			
Mempelajari gambar kerja	2.2%	3.41 menit	3.97 menit
Diskusi dengan kepala bengkel.	3.4%	5.28 menit	6.13menit
Input program NC	11.2%	17.38 menit	20.20menit
<i>Setting</i> benda kerja	5.3%	8.23 menit	9.56 menit

Setting titik nol benda	3.5%	5.43 menit	6.31 menit
Sub total	25.6%	39.73 menit (0.62 jam)	46.16 menit (0.76 jam)
Kegiatan pribadi			
Pergi ke kamar kecil	2.9%	4.50 menit	5.23 menit
Istirahat di dekat mesin	6.8%	10.55 menit	12.26 menit
<i>Coffe break</i>	4%	6.21 menit	8.21me nit
Ngobrol dengan karyawan lain	3.6%	5.59 menit	6.49 menit
Sub total	17.33 %	26.85 menit (0.44 jam)	31.20 menit (0.52 jam)
Total	100%	155.2 menit (2.58 jam)	180.33 menit (3 jam)

Tabel 3.12 Waktu total Pengerjaan *holder* Ø25 mm

Waktu total kegiatan pembuatan <i>holder</i> Ø25 mm	Waktu kerja teori	Waktu kerja nyata
Pekerjaan dengan mesin		
Kegiatan produktif	1.47 jam	1.71am
Kegiatan persiapan	0.62 jam	0.76jam
Kegiatan pribadi	0.44 jam	0.52 jam
Sub total	2.58 jam	3 jam
Pekerjaan tanpa mesin		
<i>Tapping</i> manual	0.8 jam	0.8 jam
<i>Fitter</i>	0.5 jam	0.5 jam
Sub total	1.3 jam	1.3jam
Total	3.88 jam	4.3 jam

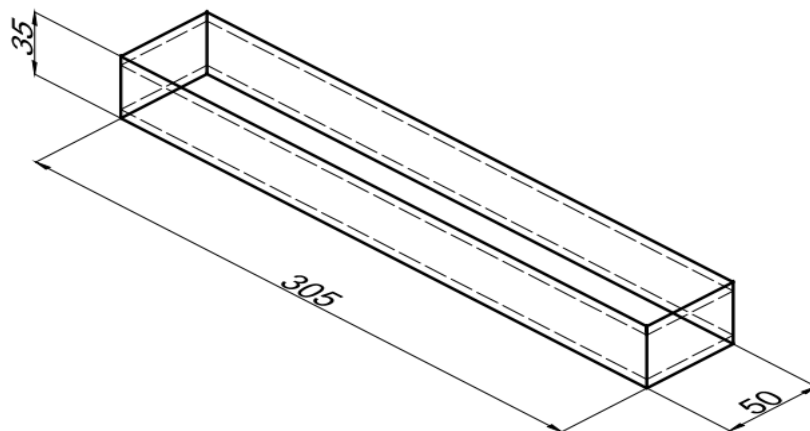
18 *Holder Ø30 mm*

a. Frais muka dan kontur



Gambar 3.69 Gambar bukaan *holder* Ø30 mm

- 1) Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm pada sisi 1 dan sisi 2



Gambar 3.70 Frais muka dari 35mm menjadi 30mm
sepanjang 305mm

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ insert}$

$Cs_{(insert)} = 110 \text{ m/min}$ (gambar 2.42)

$D_{(tools)} = \varnothing 50 \text{ mm}$

Maka: $n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{110 \times 1000}{3,14 \times 50}$$

$$n = 700 \text{ rpm}$$

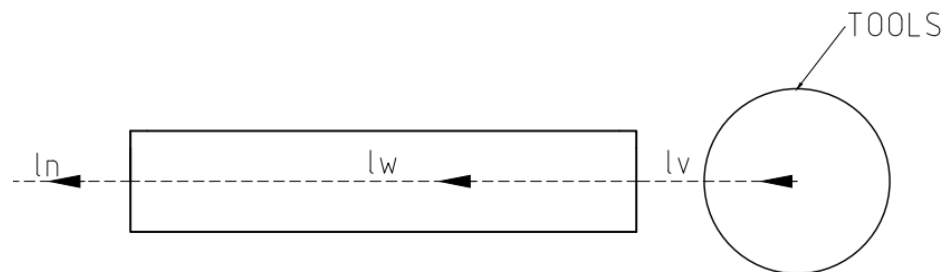
$$n \approx 700 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n \times N$$

$$vf = 0,1 \times 700 \times 4$$

$$vf = 280 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.71 Pergerakan pemotongan pada sisi 1 dan sisi 2

Diketahui: $l_w = 305 \text{ mm}$

$l_v = 60 \text{ mm}$

$l_n = 60 \text{ mm}$

Maka: $l_t = l_v + l_w + l_n$

$$l_t = 60 \text{ mm} + 305 \text{ mm} + 50 \text{ mm}$$

$$l_t = 425 \text{ mm}$$

$$t_c = \frac{l_t}{vf}$$

$$tc = \frac{425 \text{ mm}}{280 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 1,51 \text{ menit}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 2,5 \text{ mm}$

$a = 1,25 \text{ mm}$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{2,5 \text{ mm}}{1,25 \text{ mm}}$$

$$z = 2 \text{ kali pemakanan}$$

c) Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 1,51 \text{ menit}$

$z = 2 \text{ kali pemakanan}$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 1,51 \text{ menit} \times 2 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 3,02 \text{ menit}$$

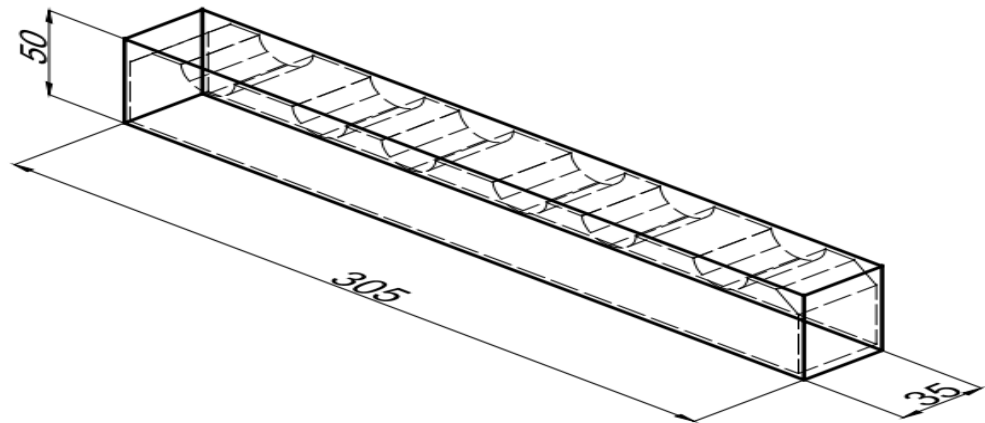
Karena pengerjaan proses pada sisi 1 dan 2 sama, maka waktu frais muka dapat dikali 2.

$$\text{Waktu total} = tc_{(total)} \times 2 \text{ kali frais muka}$$

$$= 3,02 \times 2$$

$$= 6,04 \text{ menit}$$

2) kontur pada sisi 3, 4, 5, dan 6 dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45° dan radius 15 mm



Gambar 3.72 Kontur dari 305 mm menjadi 300, dari 50 mm menjadi 45, *chamfer* 10 x 45° dan radius 15 mm

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,125 \text{ mm/rev}$ (gambar 2.42)

$N = 4 \text{ gigi}$

$D_{(\text{tools})} = 10 \text{ mm}$

$C_{S(\text{carbide})} = 60 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$l_2 = l_{10}$

$l_3 = l_9$

$l_5 = l_7$

$l_4 = l_6 = l_8$

Maka: $n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$

$$n = \frac{60 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = 1910 \text{ rpm}$$

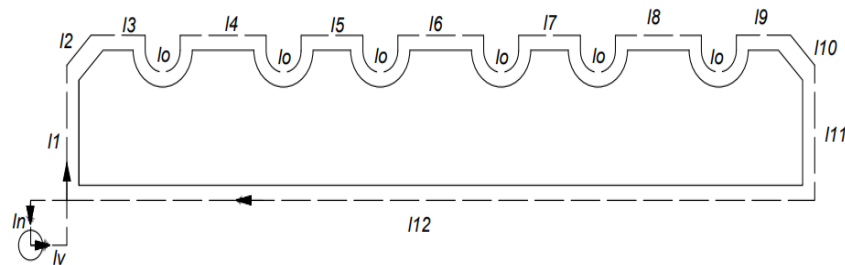
$$n \approx 2000 \text{ rpm}$$

$$v_f = f_v \times n \times N$$

$$v_f = 0,125 \times 2000 \times 4$$

$$v_f = 1000 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan



Gambar 3.73 Pergerakan pemotongan kontur sisi 3,4,5 dan 6

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } lt &= lv + l1 + l2 + l3 + lo + l4 + lo + l5 + lo + l6 + \\ &\quad lo + l7 + lo + l8 + lo + l9 + l10 + l11 + l2 + ln \\ lt &= 10\text{mm} + (6 \times 41,4 \text{ mm}) + 65 \text{ mm} + (2 \times 21,2 \text{ mm}) + \\ &\quad (2 \times 15\text{mm}) + (2 \times 20) + (3 \times 30) + 40\text{mm} + 325\text{mm} + 10\text{mm} \\ lt &= 900,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } tc &= \frac{lt}{vf} \\ tc &= \frac{900,82 \text{ mm}}{1000 \text{ mm/menit}} \\ tc &= 0,9 \text{ menit} \end{aligned}$$

c) Jumlah langkah pengefraisan menurun

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } b &= 16\text{mm} \\ a &= 1\text{mm} \end{aligned}$$

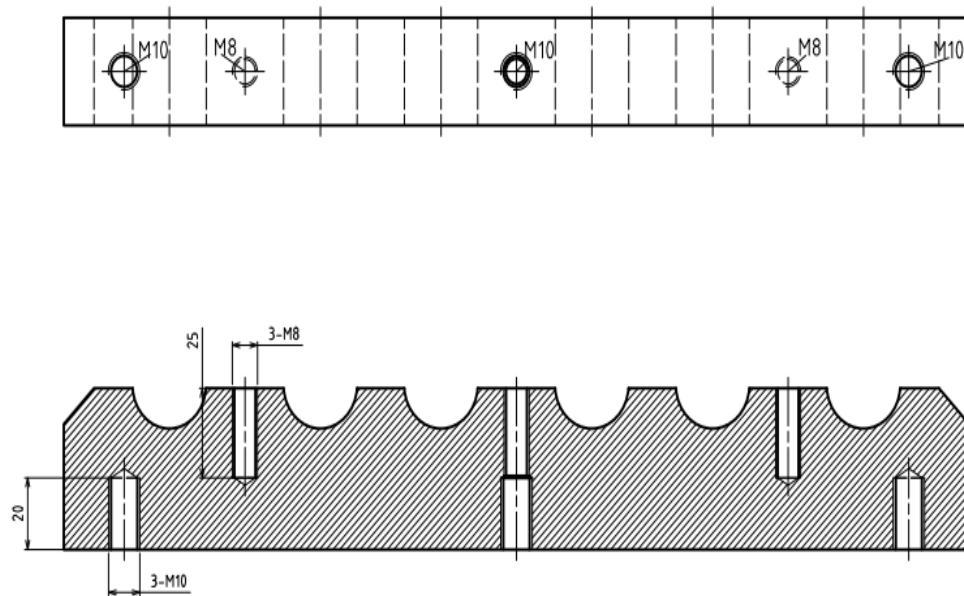
$$\begin{aligned} \text{Maka: } z &= \frac{b}{a} \\ z &= \frac{30\text{mm}}{0,5\text{mm}} \\ z &= 60 \text{ kali pemakanan} \end{aligned}$$

d) Total waktu pemakanan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } tc &= 0,9 \text{ menit} \\ z &= 60 \text{ kali pemakanan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: Waktu total} &= tc \times 60 \\ &= 0,9 \text{ menit} \times 60 \\ &= 54 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. *Center drill dan drilling*



Gambar 3.74 Penunjukan titik point pada *holder* Ø30 mm

1) *Center drill* untuk M8

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D \text{ (tools)} = \text{Ø}5 \text{ mm}$

$Cs_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

Maka:
$$n = \frac{Cs \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592 \text{ rpm}$$

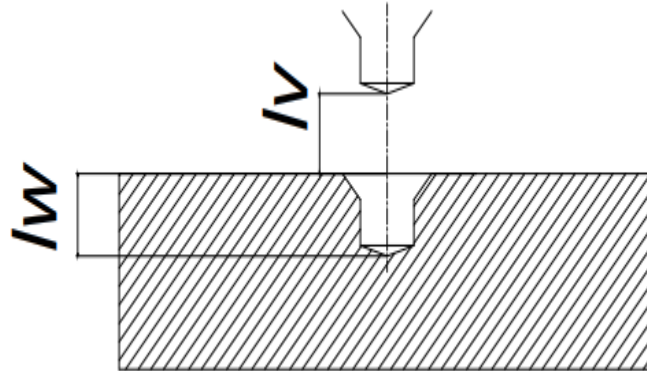
$$n \approx 1500 \text{ rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill*



Gambar 3.75 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 3\text{mm}$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5\text{mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 8\text{mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{8\text{mm}}{150 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,053 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *center drill* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \times 3 \text{ kali}$$

$$= 0,053 \text{ menit} \times 3$$

$$= 0,159 \text{ menit}$$

2) *Drilling* untuk M8

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \text{Ø}6,8 \text{ mm}$

$CS_{(HSS)} = 25 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$

$Q_{(depth of cut)} = 1 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{25 \times 1000}{\pi \times d \times 2}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 6,8}$$

$$n = 1170 \text{ rpm}$$

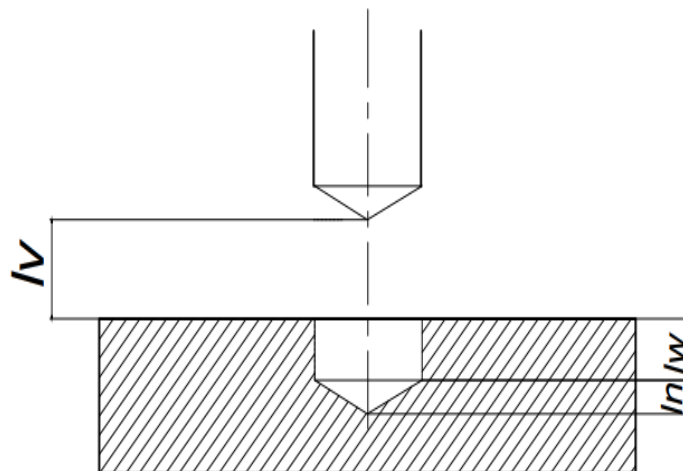
$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,1 \times 1000$$

$$v_f = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point D



Gambar 3.76 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 25 \text{ mm}$

$lv = 5 \text{ mm}$

$ln = 2 \text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$$lt = 5 \text{ mm} + 25 \text{ mm} + 3 \text{ mm}$$

$$lt = 36 \text{ mm}$$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$$z = 36 \text{ kali}$$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = \text{mm}$$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{561,mm}{100 \text{ mm/menit}}$$

$$tc1 = 5,61 \text{ menit}$$

- Waktu Pemakanan kosong.

Maka : $Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$Sz = \frac{36}{2}(2 \times 1 + (36-1)1)$$

$$Sz = 5,61 \text{ mm}$$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf_{max}}$$

$$tc2 = \frac{561 \text{ mm}}{10000 \text{ mm/menit}}$$

$$tc2 = 0,056 \text{ menit}$$

$$tc\ total = tc1 + tc2$$

$$tc\ total = 5,61\ menit + 0,056\ menit = 5,66\ menit$$

Pada proses *drilling* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *drilling* adalah.

$$tc(total) = 5,66\ menit \times 3\ proses$$

$$tc(total) = 16,99\ menit$$

3) Pengerjaan *Center drill* untuk M10

a) Kecepatan pemotongan

$$\text{Diketahui: } f_v = 0,1\ \text{mm/rev (tabel 2.4)}$$

$$D\ (tools) = \varnothing 5\ \text{mm}$$

$$C_s\ (HSS) = 25\ \text{m/min (tabel 2.3)}$$

$$\text{Maka: } n = \frac{C_s \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 5}$$

$$n = 1592\ \text{rpm}$$

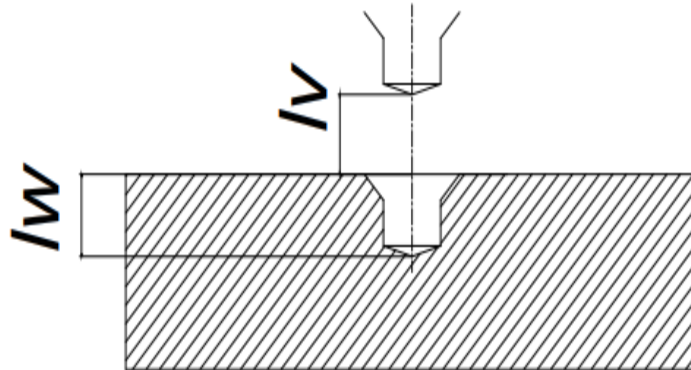
$$n \approx 1500\ \text{rpm}$$

$$vf = f_v \times n$$

$$vf = 0,1 \times 1500$$

$$vf = 150\ \text{mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *center drill*



Gambar 3.77 Pergerakan *center drilling*

Diketahui: $lw = 3\text{mm}$

$lv = 5\text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$lt = lv + lw$

$lt = 5\text{mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 8\text{mm}$

$tc = \frac{lt}{vf}$

$tc = \frac{8\text{mm}}{150\text{ mm/menit}}$

$tc = 0,053\text{ menit}$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktu pada proses pengerjaan *center drill* adalah.

Waktu total = $tc \times 3$ kali

= $0,053\text{ menit} \times 3$

= $0,159\text{ menit}$

4) *Drilling* untuk M10

a) Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_v = 0,1 \text{ mm/rev}$ (tabel 2.4)

$D_{(tools)} = \varnothing 9 \text{ mm}$

$CS_{(HSS)} = 27 \text{ m/min}$ (tabel 2.3)

$v_f(max) = 10000 \text{ mm/menit}$

$Q_{(depth of cut)} = 1 \text{ mm}$

Maka:
$$n = \frac{27 \times 1000}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

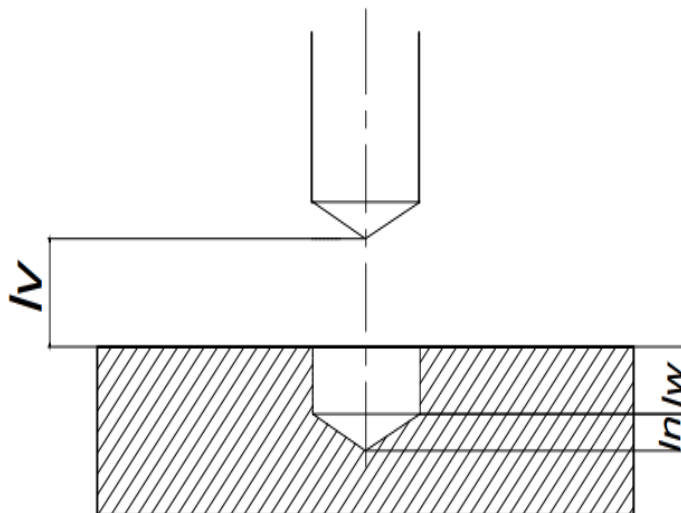
$$n = 955,41 \text{ rpm}$$

$$n \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$v_f = f_v \times n$$

$$v_f = 0,1 \times 1000$$

$$v_f = 100 \text{ mm/menit}$$

b) Waktu pemakanan satu langkah *peck drilling* (G83) point A

Gambar 3.78 Pergerakan *drilling*

Diketahui: $lw = 20\text{mm}$

$lv = 5\text{ mm}$

$ln = 2\text{ mm}$

- Waktu pemakanan.

Maka: $lt = lv + lw + ln$

$lt = 5\text{ mm} + 20\text{ mm} + 3\text{ mm}$

$lt = 28\text{ mm}$

$$z = \frac{lt}{Q}$$

$$z = \frac{36}{1}$$

$z = 28\text{ kali}$

$$Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$$

$$Sz = \frac{28}{2}(2 \times 1 + (28-1)1)$$

$Sz = 666\text{ mm}$

$$tc1 = \frac{Sz}{vf}$$

$$tc1 = \frac{406\text{ mm}}{100\text{ mm/menit}}$$

$tc1 = 4,06\text{ menit}$

- Waktu pemakanan kosong

Maka: $Sz = \frac{z}{2}(2Q + (z-1)Q)$

$$S36 = \frac{28}{2}(2 \times 1 + (28-1)1)$$

$Sz = 406\text{ mm}$

$$tc2 = \frac{Sz}{vf\text{ max}}$$

$$tc2 = \frac{406\text{ mm}}{10000\text{ mm/menit}}$$

$tc2 = 0,040\text{ menit}$

$$tc\text{ total} = tc1 + tc2$$

$$tc \text{ total} = 4,06 \text{ menit} + 0,040 \text{ menit} = 4,1 \text{ menit}$$

Pada proses *centre drill* terdapat 3 lubang yang sama, maka total waktun pada proses pengerjaan *drilling* adalah.

$$\text{Waktu total} = tc \text{ total} \times 3 \text{ proses}$$

$$= 4,1 \times 3$$

$$= 12,3 \text{ menit}$$

Tabel 3.13 Waktu Pengerjaan *holder* Ø30 mm pada mesin frais V55

<i>Machine Proses</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan secara teoritis
Frais	Frais muka dari 35mm menjadi 30mm sepanjang 305mm sisi 1 dan 2	6,04 menit
	Kontur pada sisi 3, 4, 5, dan 6	54 menit
	<i>Center drill</i> untuk M8	0,159 menit
	<i>Drilling</i> untuk M8	16,99 menit
	<i>Center drill</i> untuk M10	0,159 menit
	<i>Drilling</i> untuk M10	12,3 menit
Total		89,648 menit

Tabel 3.14 Total Waktu Pengerjaan *holder* Ø30mm pada mesin *milling* V55

Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan <i>locator</i> Ø30 mm	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	57.1%	89.64 menit	103.07 menit
Sub total	57.1%	89.64 menit (1.49 jam)	103.07 menit (1.17 jam)
Kegiatan persiapan			
Mempelajari gambar kerja	2.2%	3.45 menit	3.97 menit
Diskusi dengan kepala bengkel.	3.4%	5.34 menit	6.14menit
Input program NC	11.2%	17.58 menit	0.77menit
<i>Setting</i> benda kerja	5.3%	8.32 menit	9.57 menit
<i>Setting</i> titik nol benda	3.5%	5.49 menit	6.32 menit
Sub total	25.6%	40.19 menit (0.66 jam)	46.21 menit (0.77 jam)
Kegiatan pribadi			
Pergi ke kamar kecil	2.9%	4.55 menit	18.97menit
Istirahat di dekat mesin	6.8%	10.67 menit	12.27menit
<i>Coffe break</i>	4%	6.28 menit	7.22 menit
Ngobrol dengan karyawan lain	3.6%	5.65 menit	6.50 menit
Sub total	17.3 %	27.16 menit (0.45 jam)	31.28 menit (0.52 jam)
Total	100%	156.98 menit (2.6 jam)	180.5 menit (3 jam)

Tabel 3.15 Waktu total Pengerjaan *holder* Ø30 mm

Waktu total kegiatan pembuatan <i>holder</i> Ø25 mm	Waktu kerja teori	Waktu kerja nyata
Pekerjaan dengan mesin		
Kegiatan produktif	1.49 jam	1.71 am
Kegiatan persiapan	0.66 jam	0.76 jam
Kegiatan pribadi	0.45 jam	0.52 jam
Sub total	2.6 jam	3 jam
Pekerjaan tanpa mesin		
<i>Tapping</i> manual	0.8 jam	0.8 jam
<i>Fitter</i>	0.5 jam	0.5 jam
Sub total	1.3 jam	1.3jam
Total	3.9 jam	4.3 jam

Tabel 3.17 Waktu total pembuatan *fixture*

Nama komponen	Waktu pengerjaan berdasarka <i>teoritis</i>	Waktu pengerjaan secara nyata (real)
<i>Base fixture</i>	8.5 jam	8.7 jam
<i>Base guider grouving</i>	5.94 jam	6.3 jam
<i>stopper</i>	2.45 jam	2.94 jam
<i>Holder</i> Ø25mm	3.88 jam	4.3 jam
<i>Holder</i> Ø30mm	3.9 jam	4.3 jam
Waktu Total	24.67 jam	26.54 jam

G. Annalsisi biaya

1. Biaya Pembuatan Komponen *base fixture*

a. Biaya bahan.

$$w = \text{volume} \times \text{massa jenis}$$

$$v = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$= 375 \text{ mm} \times 305 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$$

$$= 3431250 \text{ mm}^3$$

$$= 0,00343125 \text{ m}^3$$

$$w = 0,00343125 \text{ m}^3 \times 7900 \text{ kg/m}^3$$

$$= 26,958 \text{ kg}$$

$$\approx 27 \text{ kg}$$

$$C_m = \text{berat} \times \text{harga material}$$

$$= 27 \text{ kg} \times \text{Rp. } 22.500,-$$

$$C_m = \text{Rp. } 810.000,-$$

b. Biaya produksi tanpa mesin.

1) Biaya karyawan = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja.

$$U_{ks} = \text{UMK (Kab. Subang) : total waktu kerja satu bulan}$$

$$= \text{Rp. } 2.149.720/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam}$$

2) Biaya produksi tanpa mesin berdasarkan waktu kerja.

$$B_k = U_{ks} \times \text{jumlah waktu pekerjaan tanpa mesin}$$

$$B_k = U_{ks} \times (\text{Tapping manual} + \text{fitter})$$

$$B_k = \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam} \times 1,4 \text{ jam}$$

$$B_k = \text{Rp. } 18.810,05$$

$$B_k \approx \text{Rp } 18.900,-$$

c. Biaya Produksi pada mesin frais CNC VTEC.

Biaya sewa mesin CNC VTEC yang ditetapkan oleh PT. Perkakas Rekadaya Nusantara adalah sebesar Rp. 600.000,-/jam. Biaya tersebut telah meliputi biaya operator, biaya listrik, dan *cutting tools*.

- 1) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *teoritis*.

$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$

$$B_m = 7,1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 600.000,-/\text{jam}$$

$$\mathbf{B_m = Rp\ 4.260.000,-}$$

- 2) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *real* (nyata).

$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$

$$B_m = 7,3 \text{ jam} \times \text{Rp. } 600.000,-/\text{jam}$$

$$\mathbf{B_m = Rp\ 4.380.000,-}$$

- d. Total biaya pembuatan *base fixture*.

- 1) Total biaya dengan waktu *teoritis*.

$$C_t = C_m + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp } 810.000,- + \text{Rp } 4.032.000,- + \text{Rp } 18.900,-$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 5.088.900,-}$$

- 2) Total biaya dengan waktu *real* (nyata).

$$C_t = C_m + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp } 810.000,- + \text{Rp } 4.380.000,- + \text{Rp } 18.900,-$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 5.208.900,-}$$

2. Biaya Pembuatan Komponen *base guider grouving*.

- a. Biaya bahan.

$w = \text{volume} \times \text{massa jenis}$

$v = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$

$$= 30 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \times 305 \text{ mm}$$

$$= 320.250 \text{ mm}^3$$

$$= 0,00032025 \text{ m}^3$$

$$w = 0,00032025 \text{ m}^3 \times 7900 \text{ kg/m}^3$$

$$= 2.52 \text{ kg}$$

$$C_m = \text{berat} \times \text{harga material}$$

$$= 2,52 \text{ kg} \times \text{Rp. } 22.500,-$$

$$C_m = \text{Rp. } 56.924,-$$

$$C_m \approx \text{Rp. } 57.000,-$$

b. Biaya produksi tanpa mesin.

1) Biaya karyawan = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja.

$$U_{ks} = \text{UMK (Kab. Subang) : total waktu kerja satu bulan}$$

$$= \text{Rp. } 2.149.720/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam}$$

2) Biaya produksi tanpa mesin berdasarkan waktu kerja.

$$B_k = U_{ks} \times \text{jumlah waktu pekerjaan tanpa mesin}$$

$$B_k = U_{ks} \times (\text{Tapping manual} + \text{fitter})$$

$$B_k = \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam} \times 1,9 \text{ jam}$$

$$B_k = \text{Rp. } 25.527,92$$

$$B_k \approx \text{Rp } 25.600,-$$

c. Biaya Produksi pada mesin frais CNC V55.

Biaya sewa mesin CNC V55 yang ditetapkan oleh PT. Perkakas Rekadaya Nusantara adalah sebesar Rp. 255.000,-/jam. Biaya tersebut telah meliputi biaya operator, biaya listrik, dan *cutting tools*.

1) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *teoritis*.

$$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$$

$$B_m = 4,04 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$$

$$B_m = \text{Rp } 1.030.200,-$$

2) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *real* (nyata).

$$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$$

$$B_m = 4,4 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$$

$$B_m = \text{Rp } 1.122.000,-$$

d. Total biaya pembuatan *base guider grouving*.

1) Total biaya dengan waktu *teoritis*.

$$C_t = C_m + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp } 57.000,- + \text{Rp } 1.030.200,- + \text{Rp } 25.600,-$$

$$= \text{Rp } 1.112.800,-$$

2) Total biaya dengan waktu *real* (nyata).

$$Ct = Cm + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp } 57.000,- + \text{Rp } 1.122.000,- + \text{Rp } 25.600,-$$

$$= \text{Rp } 1.204.600,-$$

3. Biaya Pembuatan Komponen *stopper*.

a. Biaya bahan.

$$w = \text{volume} \times \text{massa jenis}$$

$$v = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$= 20 \text{ mm} \times 65 \text{ mm} \times 305 \text{ mm}$$

$$= 396.500 \text{ mm}^3$$

$$= 0,0003965 \text{ m}^3$$

$$w = 0,0003965 \text{ m}^3 \times 7900 \text{ kg/m}^3$$

$$= 3.1 \text{ kg}$$

$$C_m = \text{berat} \times \text{harga material}$$

$$= 3,1 \text{ kg} \times \text{Rp. } 22.500,-$$

$$C_m = \text{Rp. } 69.750,-$$

$$C_m \approx \text{Rp. } 69.800,-$$

b. Biaya produksi tanpa mesin.

Biaya karyawan = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja.

$$U_{ks} = \text{UMK (Kab. Subang) : total waktu kerja satu bulan}$$

$$= \text{Rp. } 2.149.720/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam}$$

Biaya produksi tanpa mesin berdasarkan waktu kerja.

$$B_k = U_{ks} \times \text{jumlah waktu pekerjaan tanpa mesin}$$

$$B_k = U_{ks} \times (\text{Tapping manual} + \text{fitter})$$

$$B_k = \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam} \times 1,3 \text{ jam}$$

$$B_k = \text{Rp.}17.466,47$$

$$\mathbf{B_k \approx \text{Rp } 17.500,-}$$

c. Biaya Produksi pada mesin frais CNC V55.

Biaya sewa mesin CNC V55 yang ditetapkan oleh PT. Perkakas Rekadaya Nusantara adalah sebesar Rp. 255.000,-/jam. Biaya tersebut telah meliputi biaya operator, biaya listrik, dan *cutting tools*.

1) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *teoritis*.

$$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$$

$$B_m = 2,45 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$$

$$\mathbf{B_m = \text{Rp } 624.750,-}$$

2) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *real* (nyata).

$$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$$

$$B_m = 2,94 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$$

$$\mathbf{B_m = \text{Rp } 749.700,-}$$

d. Total biaya pembuatan *stopper*.

1) Total biaya dengan waktu *teoritis*.

$$C_t = C_m + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp. } 69.800,- + \text{Rp } 624.750,- + \text{Rp } 17.500,-$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 667.050,-}$$

2) Total biaya dengan waktu *real* (nyata).

$$C_t = C_m + B_m + B_k$$

$$= \text{Rp. } 69.800,- + \text{Rp } 749.700,- + \text{Rp } 17.500,-$$

$$= \mathbf{\text{Rp } 837.000,-}$$

4. Biaya Pembuatan Komponen *Holder* Ø25 mm.

a. Biaya bahan.

$$w = \text{volume} \times \text{massa jenis}$$

$$v = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$= 35 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 305 \text{ mm}$$

$$= 612.500 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0006125 \text{ m}^3 \\
 w &= 0,0006125 \text{ m}^3 \times 7900 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 4.8 \text{ kg} \\
 C_m &= \text{berat} \times \text{harga material} \\
 &= 4,8 \text{ kg} \times \text{Rp. } 22.500,- \\
 C_m &= \text{Rp. } 108.871,- \\
 C_m &\approx \text{Rp. } 109.000,-
 \end{aligned}$$

b. Biaya produksi tanpa mesin.

1) Biaya karyawan = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja.

$$\begin{aligned}
 U_{ks} &= \text{UMK (Kab. Subang) : total waktu kerja satu bulan} \\
 &= \text{Rp. } 2.149.720/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan} \\
 &= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam}
 \end{aligned}$$

2) Biaya produksi tanpa mesin berdasarkan waktu kerja.

$$\begin{aligned}
 B_k &= U_{ks} \times \text{jumlah waktu pekerjaan tanpa mesin} \\
 B_k &= U_{ks} \times (\text{Tapping manual} + \text{fitter}) \\
 B_k &= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam} \times 1,3 \text{ jam} \\
 B_k &= \text{Rp. } 17.466,47 \\
 B_k &\approx \text{Rp } 17.500,-
 \end{aligned}$$

c. Biaya Produksi pada mesin frais CNC V55.

Biaya sewa mesin CNC V55 yang ditetapkan oleh PT. Perkakas Rekadaya Nusantara adalah sebesar Rp. 255.000,-/jam. Biaya tersebut telah meliputi biaya operator, biaya listrik, dan *cutting tools*.

1) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *teoritis*.

$$\begin{aligned}
 B_m &= \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam} \\
 B_m &= 2,58 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam} \\
 B_m &= \text{Rp } 657.900,-
 \end{aligned}$$

2) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *real* (nyata).

$$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$$

$$B_m = 3 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$$

$$\mathbf{B_m = Rp 765.000,-}$$

d. Total biaya pembuatan *Holder* Ø25 mm..

1) Total biaya dengan waktu *teoritis*.

$$\begin{aligned} Ct &= C_m + B_m + B_k \\ &= \text{Rp. } 109.000,- + \text{Rp } 657.900,- + \text{Rp } 17.500,- \\ &= \text{Rp } 784.400,- \end{aligned}$$

2) Total biaya dengan waktu *real* (nyata).

$$\begin{aligned} Ct &= C_m + B_m + B_k \\ &= \text{Rp. } 109.000,- + \text{Rp } 765.000,- + \text{Rp } 17.500,- \\ &= \text{Rp } 891.500,- \end{aligned}$$

5. Biaya Pembuatan Komponen *Holder* Ø30 mm.

a. Biaya bahan.

$$w = \text{volume} \times \text{massa jenis}$$

$$v = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

$$= 35 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 305 \text{ mm}$$

$$= 612.500 \text{ mm}^3$$

$$= 0,0006125 \text{ m}^3$$

$$w = 0,0006125 \text{ m}^3 \times 7900 \text{ kg/m}^3$$

$$= 4.8 \text{ kg}$$

$$C_m = \text{berat} \times \text{harga material}$$

$$= 4,8 \text{ kg} \times \text{Rp. } 22.500,-$$

$$C_m = \text{Rp. } 108.871,-$$

$$\mathbf{C_m \approx Rp. 109.000,-}$$

b. Biaya produksi tanpa mesin.

1) Biaya karyawan = Upah kerja standar (*Uks*) x waktu kerja.

$$Uks = \text{UMK (Kab. Subang) : total waktu kerja satu bulan}$$

$$= \text{Rp. } 2.149.720/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam}$$

2) Biaya produksi tanpa mesin berdasarkan waktu kerja.

$B_k = U_{ks} \times \text{jumlah waktu pekerjaan tanpa mesin}$

$B_k = U_{ks} \times (\text{Tapping manual} + \text{fitter})$

$B_k = \text{Rp. } 13.435,75/\text{jam} \times 1,3 \text{ jam}$

$B_k = \text{Rp. } 17.466,47$

$B_k \approx \text{Rp } 17.500,-$

c. Biaya Produksi pada mesin frais CNC V55.

Biaya sewa mesin CNC V55 yang ditetapkan oleh PT. Perkakas Rekadaya Nusantara adalah sebesar Rp. 255.000,-/jam. Biaya tersebut telah meliputi biaya operator, biaya listrik, dan *cutting tools*.

1) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *teoritis*.

$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$

$B_m = 2,6 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$

$B_m = \text{Rp } 663.000,-$

2) Biaya sewa mesin berdasarkan waktu kerja *real* (nyata).

$B_m = \text{waktu total kerja dengan mesin} \times \text{harga sewa/jam}$

$B_m = 3 \text{ jam} \times \text{Rp. } 255.000,-/\text{jam}$

$B_m = \text{Rp } 765.000,-$

d. Total biaya pembuatan *Holder* Ø30 mm..

1) Total biaya dengan waktu *teoritis*.

$C_t = C_m + B_m + B_k$

$= \text{Rp. } 109.000,- + \text{Rp } 663.000,- + \text{Rp } 17.500,-$

$= \text{Rp } 789.500,-$

2) Total biaya dengan waktu *real* (nyata).

$C_t = C_m + B_m + B_k$

$= \text{Rp. } 109.000,- + \text{Rp } 765.000,- + \text{Rp } 17.500,-$

$= \text{Rp } 891.500,-$

6. Komponen *assembly*

a. *Guider selitting*



Gambar 3.79 *Guider selliting*

Harga satu komponen komponen *guider selliting* adalah Rp 20.000,-
Biaya yang dibutuhkan enam buah *guider selliting* adalah sebesar

$$\begin{aligned} \text{Ct} &= \text{Rp } 20.000,- \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 120.000,- \end{aligned}$$

b. *Locator grouving*

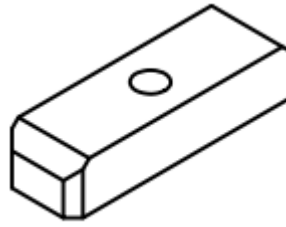


Gambar 3.80 *Guider grouving*

Harga satu komponen *guider grouving* adalah Rp 5.000,- maka harga untuk enam buah *guider grouving* adalah.

$$\begin{aligned} \text{Ct} &= \text{Rp } 5.000,- \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 30.000,- \end{aligned}$$

c. *Clamping*



Gambar 3.81 *Clamping*

Harga satu komponen *Clamping* adalah Rp 8.000,- maka harga untuk enam buah *Clamping* adalah.

$$\begin{aligned} Ct &= \text{Rp } 8.000,- \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 48.000,- \end{aligned}$$

d. *Baut dan pegas*

Baut yang dibutuhkan pada pembuatan fixture dengan enam pegangan ini adalah.

- 1) 9 buah baut M8

$$\begin{aligned} Ct &= \text{Rp } 1.400,- \times 9 \text{ buah} \\ &= \text{Rp. } 12.600,- \end{aligned}$$

- 2) 12 buah M6

$$\begin{aligned} Ct &= \text{Rp } 1.000,- \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 6.000,- \end{aligned}$$

- 3) 6 buah M10

$$\begin{aligned} Ct &= \text{Rp } 2.100 \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 12.600,- \end{aligned}$$

- 4) 4 buah M16

$$\begin{aligned} Ct &= \text{Rp } 2.500 \times 6 \text{ buah} \\ &= \text{Rp } 15.000,- \end{aligned}$$

Jumlah harga dari semua baut yang dibutuhkan adalah

$$Ct \text{ (baut)} = \text{Rp } 12.600,- + \text{Rp } 6.000,- + \text{Rp } 12.600,- + \text{Rp } 15.000,-$$

$$= \text{Rp } 46.200$$

e. Harga total komponen *assembly*

$$\begin{aligned} \text{Ct (assembly)} &= (\text{Ct locator selitting} + \text{Ct locator grouving} + \\ &\quad \text{Ct clamping} + \text{Ct baut}) \\ &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 30.000,- + \text{Rp } 48.000,- + \text{Rp } 46.200 \\ &= \text{Rp } 244.200,- \end{aligned}$$

Tabel 3.17 Biaya total pembuatan *fixture*

Nama komponen	Biaya dengan waktu teoritis	Biaya dengan waktu Real
<i>Base fixture</i>	Rp 5.088.900,-	Rp 5.208.900,-
<i>Base guider grouving</i>	Rp 1.112.800,-	Rp 1.204.600,-
<i>stopper</i>	Rp 667.050,-	Rp 837.000,-
<i>Holder Ø25 mm</i>	Rp 784.400,-	Rp 891.500,-
<i>Holder Ø30 mm</i>	Rp 789.500,-	Rp 891.500,-
Komponen <i>Assembly</i>	Rp 244.200,-	Rp 244.200,-
Total Biaya	Rp 8.686.850,-	Rp.9.277.700,-